



## Risø årsberetning 1999

Sønderberg Petersen, L.

*Publication date:*  
2000

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Sønderberg Petersen, L. (Ed.) (2000). *Risø årsberetning 1999*. Denmark. Forskningscenter Risoe. Risoe-R No. 1151(DA)

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Årsberetning 1999

## Vindenergi i stiv medvind

BOYE KOCH



Den nye Windows version af Risøs WAsP program sælger godt. WAsP betragtes som industristandarden indenfor vurdering af vindressourcer. Billedet viser tre af forskerne bag WAsP-successen: Fra venstre seniorforsker Niels Gylling Mortensen, afdelingschef Erik Lundtang Petersen og programleder Lars Landberg.

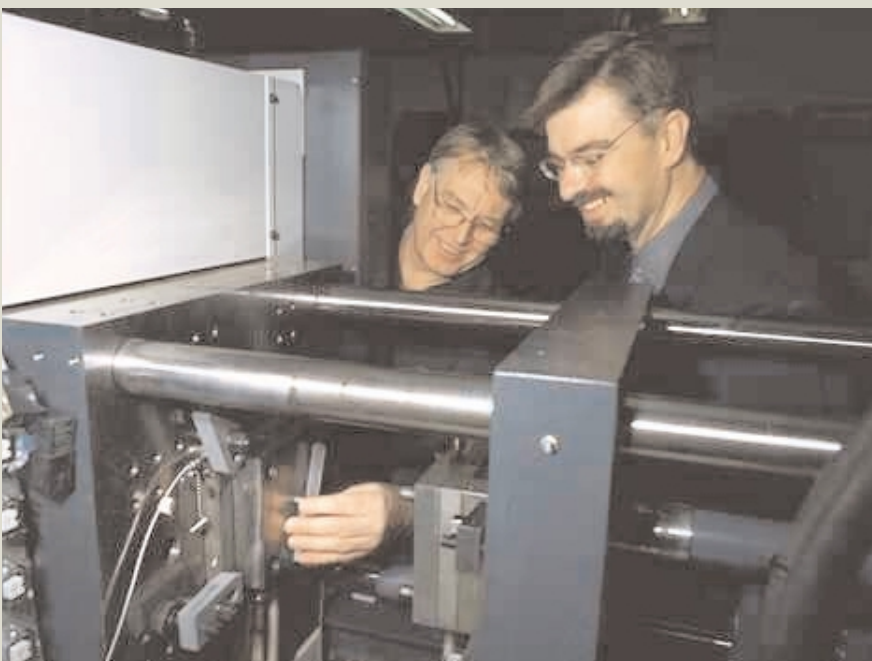
Dansk vindmølleindustri har succes, og det har øget behovet for afprøvninger af stadigt større vinger og vindmøller. Vingerne afprøves i Jylland på Risøs Sparkærcenter, som i 99 har taget et nyt stort fundament i brug til vinger på 30-50m, og de første vinger på 35m er afprøvet. Mange vingemålinger sker som feltmålinger, hvor vingefabrikanten monterer vingerne på egne prøvestande, og Risø måler på ste-

det. Først gennemføres statiske belastningsmålinger på vingerne, så sættes vingerne i kraftige svingninger, hvor de skal gennemleve fem millioner svingninger for at bestå prøven. Begge typer målinger gennemføres både for kantvise og flapvise svingninger. De kantvise skyldes mest tyngdekraften, og forekommer i samme retning, som vingen drejer. De flapvise skyldes mest vindens turbulente påvirkning af vingen, og forekommer i samme retning som vinden. Afprøvninger af vindmøller er foretaget på forskellige steder som Jylland, Spanien og Californien. Ved målingerne monteres vindmøllen med ca. 30 sensorer. Samtidig måles alle vinddata på meteorologimaster anbragt tæt på vindmøllerne.

WAsP - Wind Atlas Analysis and Application Program - er verdens førende beregningsprogram inden for vindressourcer og placering af vindmøller. Risø har udviklet programmet, der udkom første gang i 87. Nu er det solgt til over 500 brugere i mere end 70 lande. I marts 99 kom den første Windows version, som blev lanceret på den store europæiske vindenergikonference i Nice, og siden er salget gået støt fremad. Alene i 99 er der solgt 190 programpakker.

## Millionindsprøjtning til polymerforskning

BOYE KOCH



Dansk Polymercenter skal skabe nye udviklingsmuligheder for den danske forskeruddannelse og for dansk industri. Det er i 99 etableret i et nyt, udvidet samarbejde mellem Risø og DTU. Centret stiler efter en årlig omsætning på omkring 40 millioner kroner, hvoraf halvdelen kommer fra værtsinstitutionerne. En fjerdedel vil blive bevilliget fra de danske forskningsråd som en del af den nationale strategi for materialeforskning. Den sidste fjerdedel vil blive finansieret via sam-

Med baggrund i anbefalingerne i den nationale strategi for materialeforskning har DTU og Risø i fællesskab etableret Dansk Polymer Center. Centerleder er Ib Johannsen, Risø, der her ses th. sammen med ingeniørassistent Kai Stoffregen ved en af centrets store sprøjtestøbemaskiner.

arbejdskontrakter, EU projekter, industrikontrakter og sponsorater mv. Centret skal sikre en betydelig, langsigtet styrkelse af dansk polymerforskning, som fører til nye udviklingsmuligheder for industriel udnyttelse af polymerer. Centret skal også koordinere forsker-, kandidat- og diplomuddannelse inden for polymerområdet. Et af kodeordene for Dansk Polymercenter er tværfaglighed.

Dansk Polymer Center får en frisk start i ny-renoverede lokaler på DTU. Her ses centerleder Ib Johannsen, Risø, i en af polymercentrets nye proceshaller på DTU under renovationen i starten af 2000.



BOYE KOCH

## Gennembrud i jagten på at forklare superledning

Superledere er materialer, som kølet til tilstrækkeligt lave temperaturer leder elektrisk strøm uden modstand. Selv de bedste superledende materialer skal i dag køles til under minus 100 grader C. Hvis det lykkes at forstå den grundlæggende mekanisme bag superledning, kan det måske bane vejen for design af materialer, som er superledende selv ved stuetemperatur. Det vil have enorme teknologiske og miljømæssige fordele, fx kabler som transporterer elektricitet uden tab af energi.

Strøm er reelt transport af elektrisk ladning, næsten altid via elektronerne i materialet. Elektronerne har også en anden egenskab, deres spin. Det svarer til, at hver elektron er en lille stangmagnet, der peger enten op eller ned. Risøforskere har udført neutronspreddningseksperimenter på store enkeltkrystaller af en kobberoxid højtemperatur superleder. Disse eksperimenter undersøger kun elektronspinnets.

Ved sammenligning med eksperimenter der undersøger elektronens ladning, viser det sig, at elektronerne tilsyneladende er "opløst" inde i kobberoxid lagene i superlederen: Deres spin og ladning bevæger sig uafhængigt. Dette vigtige resultat, der er nået gennem omfattende internationalt samarbejde, har givet de teoretiske fysikere vigtigt nyt input til tanker om, hvordan superledning virker.

Nye resultater opnået på Risø bidrager afgørende til teoridannelsen om superledning. Forsker Kim Lefmann er her i gang med at montere krystallerne af det superledende materiale, der ligner tynde sorte blyanter, i opstillingen i Risø's Forskningsreaktor DR3.



BOYE KOCH

	Ny viden til Risøs brugere	03	
Ny viden	Materialernes verden i nanometerskala	04	Resultater og brugere
	På vandring i materialernes indre	04	
	Ny teknologi med ikke-lineære fænomener	05	
	Nye veje i bioteknologien	06	
	Ren og effektiv energi i det nye årtusinde	07	
	Nuklear sikkerhed	10	
	Patenter	11	
	Videnskabelige publikationer	12	
Erhvervslivet og Risø	Avancerede måleteknikker skaber kvalitet og fornyelse	15	
	Materialer der rykker teknologiens grænser	17	
	Energiteknologier på vej frem	18	
	Teknologivalg og informationsstrømme	21	
	Bioteknologi i arbejdstøjet	21	
	Rene fødevarer	22	
	Rådgivning og service til erhvervslivet	23	
	Licensaftaler	24	
Forskeruddannelse	De fik ph.d.-graden i 99	25	
	Forskerskoler	26	
	Ph.d.-kurser	26	
	Specialeundervisning	26	
Myndigheder får råd hos Risø	Risiko og sikkerhed	27	
	Energi	27	
	Bioteknologi	28	
	Nuklear sikkerhed	28	
Økonomi og miljø	Regnskab	30	
	Grønt regnskab	32	
Ressourcer	Medarbejdere og ledelse	35	Indsats
	Ekspimentelle faciliteter	37	
	Samarbejde styrker Risøs virksomhed	38	
	Akronymer og forkortelser	40	
Mission	Mission	41	Mission

## Ny viden til Risøs brugere

*Risøs resultatkontrakt for 1998-2001 indeholder en række mål for udbygningen af vores dialog og samarbejde med omverdenen. Denne årsberetning illustrerer, hvordan arbejdet med at opfylde kontraktens mål har givet resultater, som kan åbne nye teknologiske perspektiver til gavn for erhvervslivet, forskningsverdenen og myndighederne.*

I 99 udfoldede vi særlige bestræbelser for at få Risøs forskning til at nå ud til dansk erhvervsliv i form af rådgivning eller salg af forskning og udvikling, licenser, apparatur, m.v. Det gav betydelig fremgang for denne del af virksomheden, hvor indtægterne steg med omkring 20% til 70 mio kr.

Fremgangen var særlig tydelig på vindenergiområdet, som også på anden vis satte sit præg på 99. Risø var medarrangør af en international vindenergikonference i Nice og har indgået en ny samarbejdsaftale med Det Norske Veritas om international certificering og godkendelse af vindmøller. Der blev indviet en ny prøvestand i Risøs center i Sparkær for afprøvning af vindmøllevinger, og der blev gjort gode fremskridt med hensyn til etablering af en prøvestation for store vindmøller i et område nord for Nissum Fjord. Endelig har Risøs bestyrelse godkendt etableringen af et vindenergicenter på Risø med støtte fra Forskningsministeriet.

Som andre eksempler på at Risøs forskning når ud til dansk erhvervsliv er der grund til at fremhæve etableringen af Dansk Polymercenter og dannelsen af tre centre for henholdsvis miniaturisering af optiske sensorer, berøringsfri kontrol af industrielle processer og systemer, samt overflademetrologi og funktionalitet, alle sammen centre med deltagelse af adskillige private virksomheder og flere GTS-institutter. Endelig er der grund til at nævne, at Risø står som medstifter af det nye store center for bioteknologi under Københavns Universitet, *Biotech Research & Innovation Centre (BRIC)*, der forventes at stå færdigt i 2003.

Centre er én af flere kanaler for overførsel af ny viden og teknologi. Risø har udviklet forskellige muligheder, som er beskrevet i en nyligt udgivet folder med tit-

len *2 x 4 muligheder for danske virksomheder*. Vi lægger stor vægt på fleksibilitet i forholdet til erhvervslivet, men vores mål med de forskellige former for samarbejde er, at de skal være til gavn for alle parter og tilgodese deres forskellige behov, herunder den private virksomheds behov for diskretion og forskningsinstitutionens behov for at publicere.

Dette skisma var i slutningen af 99 genstand for en debat om offentliggørelse kontra hemmeligholdelse af forskningsresultater, hvorunder Risø betonede nødvendigheden af i hvert enkelt tilfælde at finde frem til den mest hensigtsmæssige samarbejdsform og så i øvrigt være omhyggelig med udformningen af de underliggende aftaler.

En anden overførselsmåde består i patentering og salg af licenser, som må forventes at få voksende betydning efter vedtagelsen af den nye lov om opfindelser ved offentlige forskningsinstitutioner. Loven har resulteret i etablering af en række patentkonsortier mellem universiteter og andre forskningsinstitutioner, der bl.a. har til formål at fremme dialogen med de potentielle aftagere og udveksling af erfaringer institutionerne imellem. Risø har fået ledelsen af konsortiet for opfindelser på miljø-, energi- og transportområdet.

Risø har i slutningen af 99 indledt den revision af sin strategi, der er forudsat i resultatkontrakten med Forskningsministeriet, og som skal vedtages i bestyrelsen inden udgangen af 2000. Processen vil inddrage såvel medarbejdere som repræsen-

tanter for Risøs private og offentlige kunder, som får sæde i de paneler, der skal rådgive bestyrelse og direktion om den videre udvikling af Risøs kernekompetencer og om udvælgelsen af de langsigtede mål for forskningen inden for industriel teknologi, energiteknologi, bioteknologi, nuklear sikkerhed og store forskningsfaciliteter.

Samarbejdet med omverdenen vil få en fremtrædende plads i den reviderede strategi, ikke mindst pga. dets værdi som en kilde til inspiration for den strategiske forskning og som en strømpil for den samfundsmæssige og industrielle relevans af Risøs forskning.

Ved udgangen af 99 fratrådte Ulrik V. Lassen som formand for Risøs bestyrelse efter seks år på denne post. Bestyrelsen og direktionen siger Ulrik V. Lassen tak for en fremsynet indsats med at tydeliggøre Risøs placering i det danske forskningssystem.

Der er også grund til at takke Risøs medarbejdere for en loyal og dygtig indsats for at opfylde de mål, vi har sat os, alene eller sammen med vores samarbejdspartnere, og for de forskningsresultater der er nået i årets løb. De åbner nyt udsyn og nye perspektiver for en teknologisk udvikling, der kan bidrage til at mindske miljøbelastningen og fremme dansk erhvervslivs konkurrenceevne. Og det er en af Risøs fornemste opgaver.

Jørgen Mads Clausen  
Formand for Risøs Bestyrelse

Jørgen Kjems  
Adm. direktør





## Ny viden

Risøs hovedformål er forskning i ny teknologi, der fremmer innovation og samtidig reducerer belastningen af miljøet inden for industri, energi og jordbrug. Dette mål er forfulgt i 99, samtidig med at vi arbejder på at fastholde Risøs rolle som et internationalt videntcenter, der på globalt plan kan hente ny viden hjem og skabe innovation i danske sammenhænge. I det følgende kapitel giver vi en række eksempler på nye resultater i 99.

### Materialernes verden i nanometerskala

Med nanoteknologi vil man kunne fremstille miljøvenlige, billige strukturer, apparater og "smarte" produkter baseret på fuldstændig kontrol af arkitektur og processer på atomar eller molekylær skala. Risø deltager i opbygningen af den nødvendige viden.

#### Plastkopier af kroppens mindste byggesten

Risøforskere har i 99 vist, at det er muligt at sprøjtestøbe kollagenbundter i billige plastmaterialer som polypropylen. Der er tale om et efterlignende strukturer med højdevariationer i nanometerskala. Foreløbige celledyrkningsforsøg i samarbejde med Fraunhofer Institutet for Biomaterialer indikerer, at cellerne genkender de sprøjtestøbte "bundter" som om det var kroppens eget materiale. Kollagen fungerer som stillads for kroppens celler til at skabe varige strukturer i form af bindevæv. Måske fungerer kollagen-bundter samtidig som en måde at kommunikere

mellem cellerne, der fortæller dem, at de er i det rigtige miljø og derfor skal udføre deres normale opgaver. Der er stor interesse for at kunne genskabe dette genkendelige miljø uden for kroppen. Dyrkning af celler er allerede af stor betydning til diagnostik af sygdomme og på længere sigt til erstatning for kropsvæv, der er blevet beskadiget. Man kan udtage kollagen fra menneskeligt væv, men processen er kostbar, kompliceret og af svingende kvalitet. Alternativt kan man kopiere konturerne af kollagenbundterne over i et plastmateriale og derefter genskabe kollagens kemiske egenskaber på plastens overflade.

#### Naturprincip bag ny sensortype

Til at afsløre små mængder af forskellige stoffer i blodet er der udviklet en ny type sensor med evne til at skelne mellem nært beslægtede stoffer. Sensoren efterligner et naturprincip: Biologiske receptorer har ofte en hulhed, der er komplementær til de forbindelser, fx signalstoffer, hormoner etc. de kan reagere med. På samme måde kan kemikeren fremstille kunstige re-

ceptorer, hvis facon passer til faconen af de molekyler, man vil måle. Disse principper har Risø brugt til at fremstille en sensor for alkaloidet ephedrin, der tilhører en stofgruppe med positive medicinske egenskaber, men som også rummer euforiserende stoffer som "ecstasy". Receptoren er baseret på en såkaldt "calixaren", et skålformet molekyle.

### På vandring i materialernes indre

En vigtig del af den teknologiske udvikling på materialeområdet vil foregå på nanometerskalaen. Derfor er det nødvendigt for Risø at råde over teknikker, der sætter forskerne i stand til at studere materialerne på nanometerskalaen, fx røntgenspredning, neutronspredning, Atomic Force Mikroskopi og TOF-SIMS.

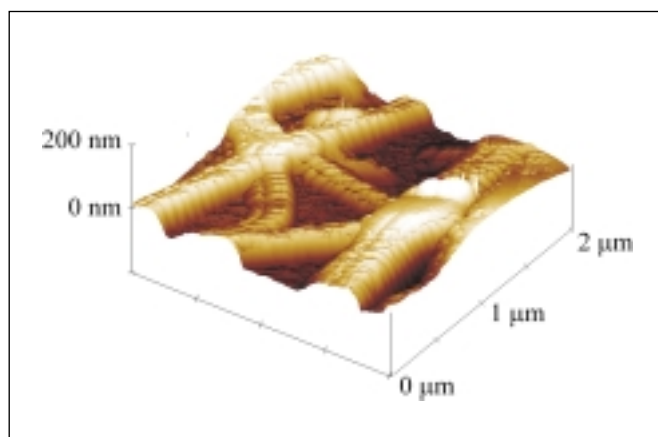
#### Simulering af neutronpredningsforsøg

For at rationalisere udviklingen af nye neutroninstrumenter har Risø med støtte fra EU udviklet softwaren McStas, der i ja-

MICHAEL FISCHER

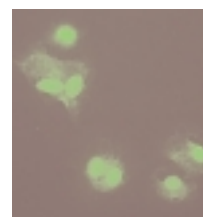


Ph.d.-studerende Nikolaj Gadegaard arbejder med udvikling af fremtidens substrater i form af plastkopier til dyrkning af kunstigt væv til fx hudtransplantationer.



På plastkopierne (billedet herover) kan forskerne måske få nyt væv til at vokse frem.

Her ses hvordan celler genkender bindevæv og vokser på det.





Dette molekyle kan afsløre små mængder af alkaloidet ephedrin i blodet. Ephedrin tilhører en stofgruppe med positive medicinske egenskaber, men gruppen rummer også euforiserende stoffer som "ecstasy". Seniorforsker Mikkel Jørgensen har udviklet molekylet.

nuar 2000 er udsendt i version 1.2. Programmet kan simulere resultaterne af designændringer på neutronspretningsudstyr, så nye ideer kan afprøves inden konstruktion. McStas bruges til at optimere neutroninstrumenter på Risø og medvirker til at bevare DR3s position som en international "large-scale facility", og softwaren anvendes bredt i den internationale forskningsverden. Neutroner bruges fx til at studere højtemperatursuperledere, strukturen af enzymer og mekanisk belastning i motorer. Neutroner trænger dybt ind i stofferne og giver detaljeret information, som ikke kan opnås på andre måder. Det er en teknik, der kræver store investeringer i eksperimentelt udstyr. Den nye spallation neutronkilde, som bygges i USA, bliver verdens kraftigste neutronspretningsudstyr, med et budget på 1,4 milliarder dollars. Det kan derfor betale sig at optimere design og brug af eksisterende og kommende faciliteter, som det sker på Risø Forskningsreaktor DR3.

### 3D-røntgenbilleder af materials indre

Med røntgenspredning er det muligt at studere materials indre i 3D. I 99 er et nyt Risø-udviklet røntgendiffraktometer taget i brug ved synkrotronanlægget ESRF i Grenoble. Diffraktometeret er det første af sin art i verden, der giver mulighed for at studere 3D-strukturefænomener

"live" med høj opløsning. Risø har stået for opbygningen af udstyret, der dels anvendes af Risø forskere, dels af forskere fra andre europæiske lande. Udstyret er et godt eksempel på Risø bidrag til den internationale forskningsverdens behov. Der ligger omfattende internationalt samarbejde bag udvikling af nyt software til udstyret.

### Ny teknologi med ikke-lineære fænomener

*En populær forklaring på ikke-lineære fænomener kan hentes i supermarkedernes tilbudspolitik: Et æble koster 3 kroner. Ti æbler koster 25 kroner, ikke 30. Der er ikke-lineær sammenhæng mellem pris og mængde. Ikke-lineære fænomener spiller en afgørende rolle for forståelsen af alle komplekse systemer og indgår derfor på flere områder i Risø forskning.*

### Ikke-lineære fænomener bag nye optiske målemetoder

Der er i 99 arbejdet med flere typer af ikke-linearitet i både organiske og uorganiske ikke-lineære materialer. I optikken udnyttes ikke-lineær dynamik til at lade lys styre lys. Et indsendt lysfelt påvirker materialet i form af fx en ændring i brydningsindekset. Denne brydningsindeksændring virker så tilbage på lysfeltet ved at ændre dets amplitude eller fase. Resultatet af



Nye neutronkilder er investeringer i milliardklassen. Det kan derfor betale sig at optimere eksisterende og kommende faciliteter. Computerprogrammet McStas anvendes til at beregne det rigtige design af komponenter til neutronspretningsudstyr, som fx den analysatorholder, som her vises af datalog Kristian Nielsen.



MICHAEL FISCHER



Ph.d.-studerende Sune Lomholt arbejder med numeriske studier af partiklers bevægelse i mikrostrømninger for at kunne designe mikrostrukturer til sortering af partikler og celler i væsker.

denne proces kan komme til udtryk ved dannelsen af en række rumlige mønstre. Det videre arbejde med disse rumlige mønstre vil fx bidrage til udviklingen af næste generations optiske målemetoder. Tilsvarende rumlige strukturer, i form af hvirvler, dannes i strømningerne i roterende væsker og magnetiseret plasma. Disse strukturer styrer dynamikken i strømningerne og opblandingen af fx urenheder. Dannelsen af hvirvler, deres vekselvirkning og opblandingsegenskaber er i 99 undersøgt både numerisk og eksperimentelt i roterende væsker. Området er delvist finansieret som et rammeprogram af SNF.

## Nye veje i bioteknologien

*Risøs planer på det bioteknologiske område har i 99 blandt andet fokuseret på kvalitetsafgrøder med lav-input metoder samt bioteknologisk forskning fra gen til funktion.*

BOYE KOCH



## Proteomanalyse

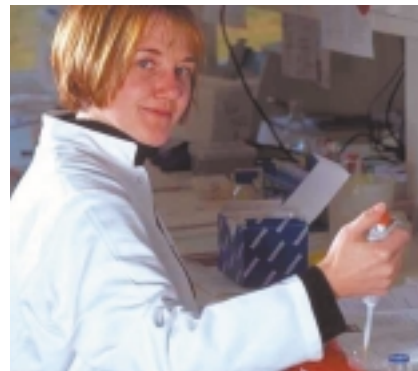
I 99 har Risø etableret de grundlæggende krav til proteomanalyse, som er et vigtigt led i "fra gen til funktion"-analysen, hvor man kortlægger de proteiner, der er udtrykt i cellen. Proteomanalyse er brugt til at studere kvælstofsybiosen mellem planter og mikroorganismer. Kvælstof har alle planter brug for, og deres stofskifte kræver kvælstof i form af fx ammonium, for de kan ikke direkte udnytte luftens kvælstof. Den kunst behersker kun visse bakterier og blå-grønner, de såkaldte kvælstoffikserere. Bakterierne kan leve i symbiose med planter og dermed levere kvælstof til dem. Den symbiotiske kvælstoffiksering er vigtig for landbruget, for den sparer kunstgødning. Symbiosen mellem planter og mikroorganismer forudsætter, at der dannes såkaldte symbiosomer, rum som huser bakterierne. Symbiosomerne er undersøgt ved hjælp af proteomanalyse. Ud fra analysen af proteinerne kan man arbejde sig baglæns til at identificere det gen, der var ansvarlig for at producere proteinet. Metoden supplerer derfor studierne af generne og deres funktion. Tilsammen er metoderne et stærkt værktøj til at give et nyt og bedre indblik i ethvert biologisk system. De grundlæggende krav til proteomanalyse er nu etableret på Risø.

## Planters aktive forsvar er peroxidaser

Der er opnået et vigtigt resultat i kortlægningen af planternes naturlige forsvar, hvilket kan nedsætte forbruget af sprøjtemidler. Som mennesker har et immunforsvar, har planter også et aktivt forsvar. Til planternes våbenarsenal hører peroxida-

serne, nogle proteiner som aktiveres, når planten angribes af sygdomme som fx bygmeldug. Planter rummer op til hundrede gener, der koder for forskellige peroxidaser. Generne kommer til udtryk på forskellige stadier af plantens liv, hvilket viser, at de er nødvendige i plantens stofskifte. Andre peroxidase-gener kommer kun til udtryk fx for at modvirke stress hos planten, når den udsættes for sygdomsangreb eller ozon-forurening i luften. To peroxidaser i byg, Prx7 og Prx8, kommer således kun til udtryk, når bygmeldugsvampen angriber, og de er derfor lette at skelne fra de mere end 10 peroxidaser, der normalt findes i et grønt bygblad. De to peroxidaser er blevet grundigt karakteriseret, og genet, der koder for peroxidasen Prx8, er med en partikel-kanon skudt ind i grønne bygblade. Når disse bygblade derpå udsættes for infektion med bygmeldugsvampen, mislykkes svampeangrebet langt oftere end ellers. Genet, der koder for peroxidasen Prx8 styrker altså bygplanternes forsvar. Samme gen er brugt til at fremstille transgene planter, og

MICHAEL FISCHER



Ph.d.-studerende Tina Tandrup Poulsen arbejder med at fremstille transgene bygplanter med forbedret sygdomsresistens. Det kan spare miljøet for sprøjtemidler.

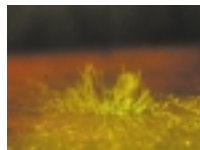
Bakterier kan levere planter livsnødvendig kvælstof. Denne symbiotiske kvælstoffiksering sparer landbruget for kunstgødning. På Risø studeres mekanismerne bl.a. med proteomanalyse, et nyt molekylærbiologisk værktøj. Fra højre seniorforsker Gerhard Saalbach, ph.d.-studerende Pinar Erik og laboratorietekniker Ina Hansen.

MICHAEL FISCHER



Ph.d.-studerende Morten N. Grell arbejder med at identificere og karakterisere nye gener der er involveret i bygmeldug-svampens parasitiske symbiose med værtsplanten byg.

FORSKNINGSCENTER RISØ



Som mennesker har planter også et aktivt forsvar mod sygdomme. Til planternes våbenarsenal hører peroxidaser, som studeres på Risø. Her ses i mikroskop hvordan bygmeldug angriber en plante.



MICHAEL FISCHER

Ph.d.-studerende Lars Frøsig er ansat i Afdelingen for Plantebiologi og Biogeokemi.

forsøg viser, at de ikke kan formere sig. Så Prx8 griber altså ind i livsvigtige stofskifteprocesser, når den kommer til udtryk i de forkerte væv eller udviklingsstadier. Tilsvarende resultater er for nylig offentliggjort med en tæt beslægtet peroxidase i hvede, og tilsammen er resultaterne den første in vivo demonstration af en specialiseret funktion for en peroxidase.

## Ren og effektiv energi i det nye årtusinde

*Energi-, miljø- og udviklingsplanlægning i globalt, regionalt og nationalt perspektiv har sammen med renere energiteknologier været et vigtigt arbejdsområde for Risø i 99. Intentionerne i delstrategien for miljø- og energiforskning - sikker og miljøvenlig energiforsyning - har indgået i planlægningen af forskningsindsatsen på dette område.*

### IPCCs tredje generelle rapportering

Risø er engageret i IPCCs tredje generelle rapportering, der startede i 99. Den omfatter tre arbejdsgrupper, hvor medlemmerne udvælges efter national nominering og international vurdering. Danmark har fået udvalgt tre forfattere, heraf er de

to fra UNEP Centret, og de er begge hovedforfattere i en af arbejdsgrupperne. To af UNEP Centrets udenlandske ansatte er udvalgt som nationale forfattere. Ud over den generelle rapportering arbejder IPCC med tre rapporter om udvalgte emner, og her er UNEP Centret anmodet om at bidrage til to af dem: Emissionsscenarier og teknologioverførsel. UNEP Centret var sammen med Energistyrelsen arrangør af en IPCC workshop omkring scenarier i juni 99.

### El og brint i bilernes tank giver renere byer

Forureningen i byer kan sættes kraftigt ned, hvis der satses massivt på el- og brintdrevne biler samt hybridbiler, viser nye resultater. Bilerne får udviklingen i el- og kraftvarmesektoren til at hænge direkte sammen med transportsektorens emissioner. Kan elsektoren fx reducere CO<sub>2</sub>-emissionen, slår det igennem i transportsektoren. Elbiler er en ny mulighed for at nedsætte CO<sub>2</sub>-udslippene fra transportsektoren, selv med det nuværende mønster for brændselsforbrug i elproduktionen. Desuden er elbiler meget fleksible, fordi de kan lades op på tidspunkter, hvor

der er strømoverskud. På den måde øger de elsystemets fleksibilitet (reguleringsevne). Det kan igen give bedre vilkår for at integrere fluktuerende elproduktion, fx fra vindkraft og solceller. Med elbiler kan man derfor opnå samtidige CO<sub>2</sub>-reduktioner i både transport- og elsektoren. Projektet er udført i samarbejde med DTU og med støtte fra EFP.

### Små skridt mod sikker viden om CO<sub>2</sub> og klimaændringer

På Risø er der i 99 opnået et gennembrud i metoderne til eksperimentel bestemmelse af udveksling af CO<sub>2</sub> mellem hav og atmosfære. For første gang har det været muligt at få en række forskellige eksperimentelle metoder til bestemmelse af CO<sub>2</sub> udvekslingen til at give det samme resultat over hav. Der er stadig megen usikkerhed om CO<sub>2</sub> og klimaet. Derfor studeres bl.a. udvekslingen af kuldioxid mellem hav og atmosfære. Havenes overflade absorberer store mængder af (drivhusgasen) CO<sub>2</sub>, og verdenshavene udgør et meget stort reservoir for CO<sub>2</sub>. Mere viden om udvekslingen af CO<sub>2</sub> mellem havene og atmosfæren er derfor vigtig for forståelsen af fremtidens klimaændringer.

### Bedre vejrudsigter og mere nøjagtige klimamodeller

Vejrudsigter i Danmark og i mange andre europæiske lande udarbejdes ved at fodre edb-modeller som DMIs HIRLAM med en række meteorologiske observationer. HIRLAM laver så sine beregninger baseret på et meget grovmasket billede af landskabet. Detaljer der er mindre end 10 km på hver led tages der ikke hensyn til. Klimamodeller har en endnu grovere opløsning. Det giver usikkerhed i beregningerne, fordi udvekslingen af varme, vanddamp og bevægelsesmængde mellem jordoverfladen og atmosfæren spiller en stor rolle i sådanne modeller. Man ved, at disse udvekslinger er stærkt afhængige af bevoksning og temperatur på jordoverfladen, og det ændrer sig mange gange på en 10 km lang strækning. Resultatet er en usikker vejrudsigt. Det søger Risø nu sammen med DMI og KU at råde bod på. Midlet er bl.a. satellitbilleder fra LANDSAT, hvor man kan se landskabelige detaljer helt ned til omkring 30 meter. Med forskernes viden om hvordan disse detaljer indvirker på stofudvekslingen justeres modellen, så den regner med større nøjagtighed. Forskerne har to måder til at kontrollere, om modellerne bliver bedre. Den ene er at udføre en række meteorologiske målinger i de landskaber, satellitbillederne kommer fra. Den anden er at lade modellen regne på en "gammel" vejrudsigt. På den måde bliver det let at konstatere om den "nye" vejrudsigt er bedre end den "gamle" var.

Forskningsområdet aeroelasticitet undersøger samspillet mellem de aerodynamiske kræfter fra luftstrømmen og deformationerne af vindmøllens elastiske vinger. På Risø studeres dette bl.a. med computerprogrammet HawC. Resultatet er en række nye metoder, som er på vej til at blive taget i brug i vindmølleindustrien. Seniorforsker Jørgen Thirstrup Petersen er her i gang med beregningerne med det avancerede program.

BOYE KOCH



Vibrationer er ødelæggende i en vindmølle. Her diskuterer Andreas Baumgart, Morten H. Hansen og Gunner Larsen egen-svingningsformer for et vindmølleblad. Deres nye viden er på vej ind i konstruktionen af fremtidens vindmøller.

### Aeroelasticitet er nøglen til vindmølle design

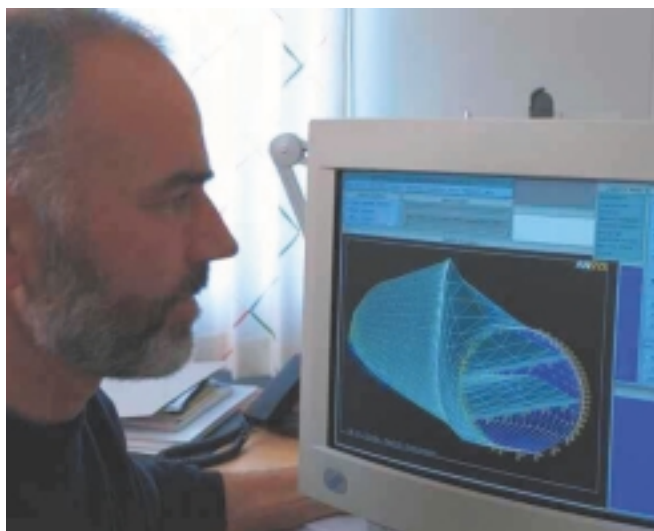
I 99 er der opnået nye resultater på forskningsområdet aeroelasticitet, dvs. samspillet mellem de aerodynamiske kræfter fra luftstrømmen og deformationerne af de elastiske vinger. Aeroelastiske forhold har stor praktisk betydning ved design af vindmøller. Sammen med en fabrikant har Risø udviklet og afprøvet en metode til eksperimentel bestemmelse af dæmpning af kantsvingninger for en mølle i drift. Det giver mulighed for at forbedre de aeroelastiske beregningsmodeller og få mere sikker forudsigelse af kantvise svingninger. Desuden kan det dokumentere forholdene for en eksisterende mølle i forbindelse med certificering. I samme sammenhæng

er den aeroelastiske kode HawC udvidet til at kunne modellere mekaniske vibrationsdæmpere i møllehus og tårn, så man kan optimere dem ved aeroelastisk beregning. Der er desuden udviklet en metode til eksperimentel bestemmelse af svingningsformerne for en vindmøllevinge. De målte svingningsformer sammenlignes med eksisterende aeroelastiske modeller, hvor bladets svingningsformer har stor betydning for hele møllens dynamiske stabilitet. De udviklede metoder er under implementering i industrien.

### Sikker viden om store møllers levetid

De stadig større møller gør det nødvendigt at anvende fiberkompositter med højere stivhed, fx med kul fibre i stedet for

BOYE KOCH







Nyt, avanceret udstyr til trykprøvning af fiberkompositter bruges bl.a. til at undersøge nye kompositmaterialer til stadigt større vind-



BOYE KOCH

møllevinger og til at undersøge, hvordan skader opstår og udvikler sig over tid. Især for de nye store havplacerede vindmøller bliver disse faktorer afgørende for rentabilitet og sikkerhed.

glasfibre. Samtidig er sikker viden om vindmøllers levetid vigtig for deres rentabilitet. Derfor er der igangsat et forprojekt, der på basis af Risøs erfaring med fremstilling og karakterisering af mekaniske egenskaber af fiberkompositter, skal finde nye konstruktionsmaterialer og opstille levetidsmodeller for de nye vinger samt undersøge, hvordan skader opstår og udvikler sig over tid. Der skal udvikles ikke-destruktive teknikker til at fastlægge skader og om de er fatale, eller om vingen fortsat kan bruges og i hvor lang tid, selv om den har fået en skade. Især for de nye store havplacerede vindmøller bliver disse faktorer afgørende for rentabilitet og sikkerhed.

### Fremskridt på den lange vej mod fusionsenergi

Risø har en associeringsaftale med EURATOM om deltagelse i fusionsforskning. Der gennemføres eksperimentelle laserbaserede målinger for at karakterisere turbulensen i et stort fusionseksperiment, Wendelstein 7-AS stellaratoren i Tyskland. Sideløbende studeres problemerne gennem simulering på store supercomputere. I 99 har Risø udviklet en helt ny metode til opnåelse af rumlig lokalisering af turbulensmålingerne med laserlys. På eksperimentet i Tyskland har den nye metode givet bedre forståelse af de mekanismer, der driver turbulensen i plasmaet. Risø har deltaget i udviklingen af en ny teori for effekten af den turbulente transport i plas-

maet. Teorien er testet ved computersimuleringer, og i 99 passede Risø en vigtig milepæl i udviklingen af disse undersøgelser, da man for første gang gennemførte fuldt tredimensionale computersimuleringer af den tidlige udvikling af plasmaturbulensen for en realistisk geometrisk udformning af det magnetiske felt.

De meget energirige neutroner, som udsendes ved fusionsreaktionen, beskadiger de materialer, fusionsreaktoren er konstrueret af. Disse problemer studeres på Risø, og i 99 har eksperimentelle undersøgelser vist, at bestråling med 14 MeV neutroner, som er dem der produceres i plasmaet, kan nedsætte metallers duktilitet - deres formbarhed - og deres brud-

MICHAEL FISCHER



Ph.d-studerende Søren Korsholm arbejder med numeriske undersøgelser af egenskaberne af turbulens i fusionsplasmaer, et arbejde, der kan være med til at bane vejen for brugen af fusionsenergi.

Neutroner fra Risø's reaktor kan bruges til at aktivere sporstoffer i forskellige prøver, som så kan måles i gamma-laboratoriet. Den meget følsomme målemetode bruges her til at måle andelen af en udsendt sporstofmængde, der er deponeret på en overflade. Fra venstre Christian L. Fogh, Kasper G. Andersson og Henrik Prip.



BOYE KOCH

styrke, hvilket nedsætter materialernes levetid. Gennem teoretiske beregninger og numeriske simulationer er disse effekter forklaret, hvilket er et skridt på vejen til at finde strålingsresistente metaller til fusionsreaktorer.

#### De usynlige omkostninger ved elproduktion

Eksternaliteter er omkostninger ved elproduktion, der ikke indgår i de direkte produktionsomkostninger, og som derfor heller ikke afspejles i forbrugerpriserne, fx skader på miljøet. Omkostningerne kan opgøres og prissættes, men de vurderes forskelligt afhængigt af, hvilke grundlæggende forudsætninger, der anvendes. Risø har i 99 analyseret nogle af de væsentligste årsager til forskelle i værdisætning og fundet en række forklaringer, der giver et bedre grundlag for fremtidige beregninger af eksternaliteter.

#### Nuklear sikkerhed

*Forskningen inden for det nukleare område skal sikre Risø's status som det danske viden-center, der bredt dækker områderne nuklear sikkerhed, strålingsbeskyttelse, radioøkologi og anvendelse af nukleare målemetoder. Risø skal både tilgodese myndighedernes behov for rådgivning på området og deltage i det internationale traktatbestemte samarbejde på miljø- og reaktorsikkerhedsområdet.*

#### Større præcision i rekonstruktion af stråling fra nukleare uheld

Risø udvikler og forbedrer løbende en retrospektiv dosimetrimetode baseret på optisk stimuleret luminescens, hvor oplagret stråling i materialer som fx mursten og porcelæn frigives og måles. I 99 er udviklet nyt udstyr, der giver større præcision ved retrospektiv dosimetri i forbindelse med nukleare ulykker.

#### Radioaktiv forurening på hud, hår og tøj

Luftbårne radioaktive udslip kan føre til kontaminering af huden. I 99 har Risø bidraget til at undersøge betydning af deposition af luftbåren forurening på hud, hår og tøj. Det er sket gennem deltagelse i et EU forskningsprojekt, som har belyst

processer, som hidtil stort set har været overset. Konklusionen er, at problemstillingen bør tages seriøst i forhold til eksempelvis luftbårne radioaktive udslip.

#### Analyse af reaktoruheld forebygger nye

Studier af reaktoruheld er et af midlerne til at undgå fremtidige uheld med kernekraft. Under det nordiske samarbejde vedrørende reaktorsikkerhed har Risø udviklet en model for køling af det smeltede kernemateriale, der endte på bunden af reaktortanken under uheldet på Tremileøen (USA, 79), uden at det smeltede igennem reaktortanken. Modelberegningerne tyder på, at sprækkedannelse og vandindtrængning i det størknede kernemateriale langs tankbunden kan forklare bevarelsen af tankens integritet.

#### Radioaktivt affald

Radioaktivt affald skal forvares sikkert, indtil det ikke længere udgør en potentiel risiko. Risø har vist, at barrierer af beton eller andre cementholdige materialer kan benyttes til at modvirke spredning fra deponeret radioaktivt affald. Defekter i form af revner o.l. påvirker sikkerheden. Undersøgelser heraf er udført under en nu afsluttet EU kontrakt. Delresultater er også relevant for almindelig brug af beton.



## Patenter

En styrket patent- og licensvirksomhed står centralt i Risøs planlægningsgrundlag, ligesom Risø skærper forskernes opmærksomhed på patentmulighederne. Patentering af forskningsresultater er ikke et mål i sig selv, men et af aspekterne i formidlingen af forskningsresultater til erhvervslivet og til beskyttelse af dansk industri. Patentaktiviteterne indgår således i Risøs overordnede strategi og generelle forretningspolitik.

### Patenter i 99

I 99 er der indleveret ti patentansøgninger.

Titel/anvendelse	Ansøgningsnummer/opfindere
<b>Elektrokemisk Celle</b> Opfindelsen omfatter en metode til fremstilling af brændselsceller med høj ydeevne og fleksibilitet.	Dansk patentansøgning PA 1999 006623 Opfindere Carsten Bagger, Søren Primdahl, Mette Juhl Jørgensen
<b>A transformed obligate plant symbiont</b> Et meldugisolat til brug i udviklingen og testningen af en ny generation af miljøvenlige pesticider. (Targeted pesticides).	Dansk ansøgning PA 1999 01011 Opfindere Solveig Krogh Christiansen, Lisbeth Gath Jensen og Henriette Giese
<b>Method for determining that a product has been organically produced</b> En kontrolanalysemetode til bestemmelse af om produkter er økologisk dyrket.	Dansk patentansøgning PA 1999 01725 Opfinder Vagn Gundersen
<b>Conjugated Polymer Actuator</b> Opfindelsen bevirker, at man kan kombinere mekanisk styrke med elektrisk styret volumenændring i et materiale, hvorved man opnår en "muskel"virkning.	Europæisk patentansøgning 99.200.250.1 Opfindere Elisabeth Smela, Peter Sommer Larsen, Ib Johannsen
<b>Nanometer-scale modulation</b> Opfindelsen angår en metode til angivelse af pålidelige målestoksforhold til anvendelse inden for elektronikindustrien og til videnskabeligt brug.	Dansk patentansøgning PA 1999 00918 Opfindere Robert Feidenhans'l, Paul Howes, Mourits Nielsen, Jan Vedde, Francois Grey
<b>Metode til erstatning af brusk</b>	Dansk patentansøgning PA 1999-01-811 Opfindere Klaus Bechgaard og Jes Bruun Lauritzen
<b>A non-invasive method for the measurement of body fluid analytes</b> Opfindelsen angår en metode til ikke-invasiv måling af glucose i blod.	Dansk patentansøgning PA 1999 01677 Opfinder P.S. Ramanujam
<b>Biomedicinsk elektrode</b> Opfindelsen angår et nyt design af en biomedicinsk elektrode, der vil have anvendelsesmuligheder inden for elektrokirurgi, defibrillation og ekstern hjerte-pacing.	Dansk patentansøgning PA 1999 01169. Opfinder Jens-Peter Lynov
<b>Phase Contrast Scrambling</b> En metode til kryptering og dekryptering af billeddata ved hjælp af en optisk fasmuske.	Dansk patentansøgning (DK2) PA 1999 00364 Opfinder Jesper Glückstad
<b>Modification and design of an airfoil</b> Opfindelsen er en måde af konstruere en vingeprofil på, som gør det muligt at styre de aerodynamiske stallegenskaber, herved opnås stabilitet.	Ansøgning DK PA 1999 01180 Opfindere Christian Bak og Peter Fuglsang



MICHAEL FISCHER

Ph.d.-studerende Guggi Kofod arbejder med at udvikle materialer, der kan bruges som kunstige muskler til fx robotter. Risøs arbejde med kunstige muskler har allerede ført til patentansøgninger, se tabellen her på siden.



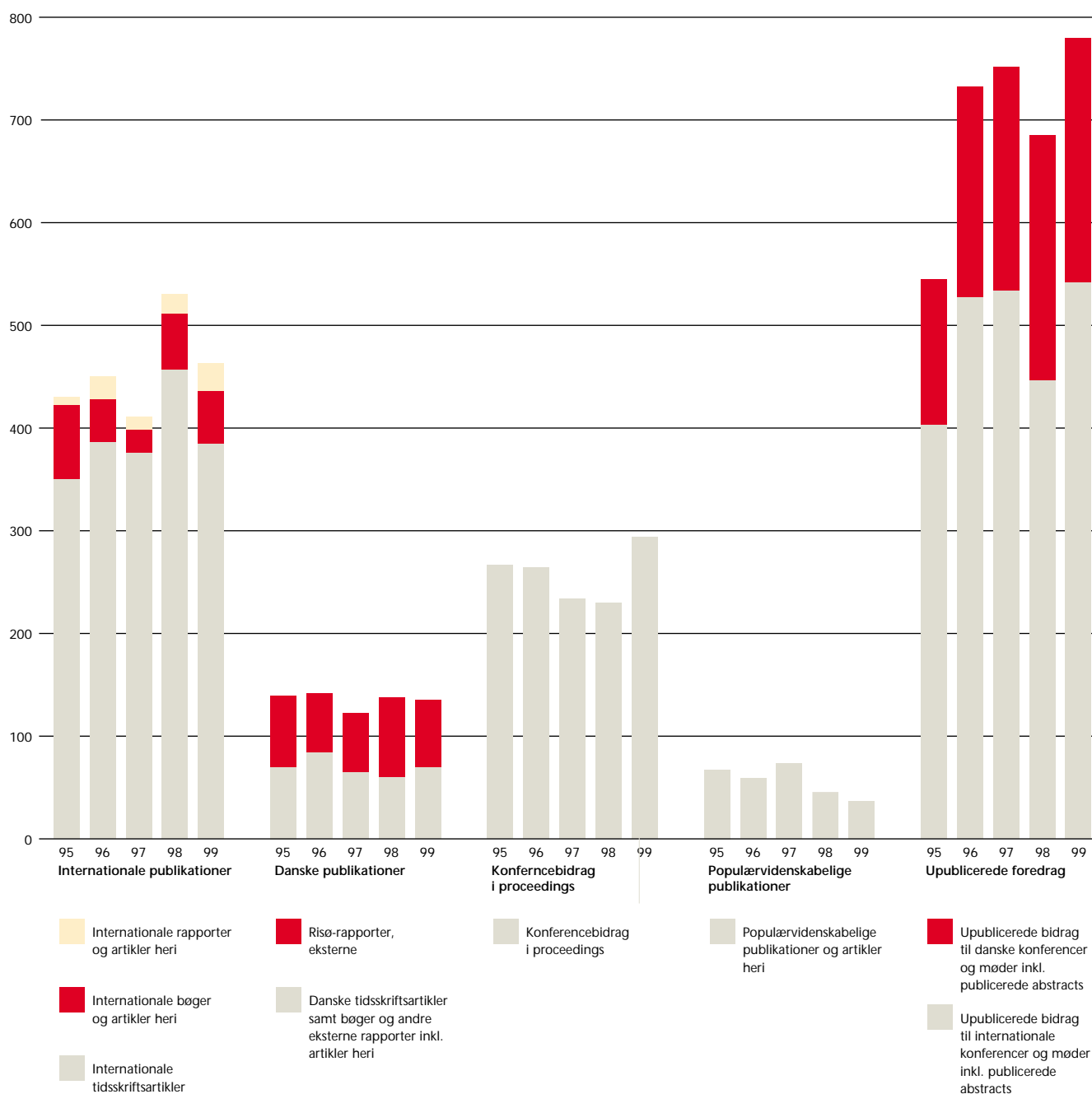
## Videnskabelige publikationer



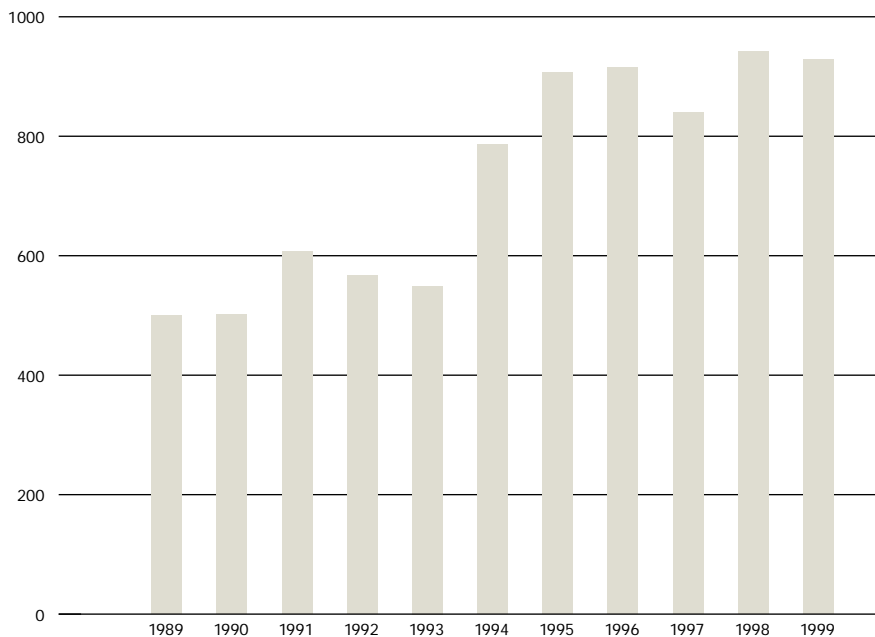
Risøs forskning resulterer i en omfattende publikationsvirksomhed gennem artikler i internationale tidsskrifter, forskningsrapporter og andre publikationer. Denne publikationsvirksomhed danner grundlaget for overførsel af viden og teknologi til erhvervslivet og for udveksling af viden med danske og internationale forskningsinstitutioner.

En liste over alle Risøs publikationer i 99 udgives i rapporten Risø-R-1154. Nedenstående figurer er baseret på Risøs samlede publikationsvirksomhed dvs. bøger, rapporter og artikler både i danske og internationale tidsskrifter samt publicerede og upublicerede konferencebidrag.

Figur 1. Publikationer og foredrag 1999



Figur 2. Publikationsvirksomhed (totaler) 1989-1999



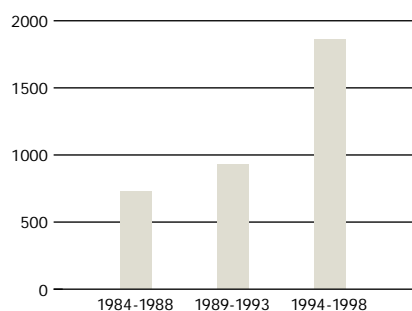
### Risø artikler i ISIs Source Journals i perioden 1984 -1998

Institute for Scientific Information (ISI) indekserer mere end 4000 internationale tidsskrifter inden for det naturvidenskabelige og teknisk-videnskabelige område og ca. 3000 tidsskrifter inden for humaniora og samfundsvidenskab (ISI Source Journals). Langt de fleste af Risøs internatio-

nale artikler er udgivet i ISI Source Journals. Til sine bibliometriske analyser anvender Risø en ISI Institutional Citation Report (ICR), som er en database med referencer til de artikler i ISI Source Journals, hvor "Risø" er anført som forfatteradresse. I databasen er der bl.a. oplysninger om,

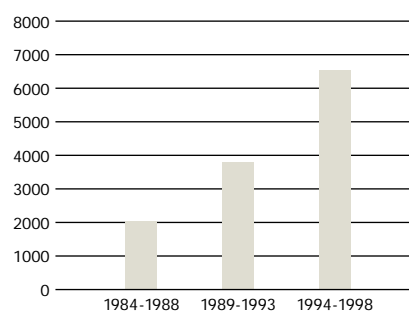
hvor mange gange de enkelte artikler er citeret. Desuden anvendes Journal Citation Reports (JCR), som er et værktøj til evaluering af videnskabelige tidsskrifter, hvor der blandt andet oplyses et tidsskrifts Impact Factor.

Figur 3. Artikler i ISI Source Journals



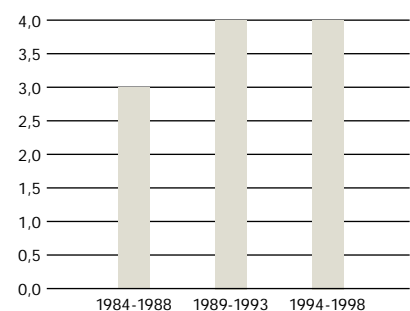
Risøs artikler i ISI Source Journals i 1984-1998 angivet i 5-års perioder.

Figur 4. Citationer



Antal citationer af Risøs artikler i ISI Source Journals givet inden for samme 5-års periode som artiklerne er publiceret i.

Figur 5. Citationer pr. artikel



Gennemsnitligt antal citationer pr. Risø-artikel givet inden for samme 5-års periode som artiklerne er publiceret i.



**Figur 6. De 25 institutioner, som Risø har publiceret mest sammen med i perioden 1994-1998**

Baseret på ISIs Institutional Citation report for Risø er vist de 25 institutioner, som Risø har publiceret flest artikler sammen med i perioden 1994-1998.

Institutioner	Artikler
Danmarks Tekniske Universitet	108
Københavns Universitet	75
Ford Motor Company	57
Russian Academy of Science	43
University of Oxford	40
KFA Julich GmbH	39
University of Minnesota	36
Danmarks Miljøundersøgelser	31
Aarhus Universitet	28
Weizmann Institute of Science	28
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole	26
AT&T Bell Labs	25
ETH Zurich	24
Rutherford Appleton Lab.	23
Inst Max von Laue Paul Langevin	22
University of Hamburg	22
Oak Ridge National Laboratory	20
Hahn Meitner Kernforsch. Inst	19
Niels Bohr Institutet	18
Brookhaven National Laboratory	17
DESY	17
Swedish University of Agr. Science	17
University of Toronto	17
Chalmers University of Technology	16
European Synch. Radiation Facilities	16

**Figur 7. De 25 ISI Source Journals, hvori Risø har publiceret flest artikler inden for perioden 1996-1997.**

Viser de 25 ISI-tidsskrifter, hvori Risø har publiceret flest artikler i årene 1996 og 1997 og oplyser antal artikler i denne periode. ISI impact factor er taget fra ISIs Journal Citation Reports 1998, hvor den er beregnet ved at dividere antal citationer i et givent år (1998) med antal artikler publiceret i de 2 foregående år (1996 + 1997). Kolonnen Citationer angiver hvor mange gange Risøs artikler fra 1996 + 1997 er citeret i 1998. Risø Impact factor er så beregnet på samme måde som ISIs egen udregningsmetode for Journal Impact Factor. Da ISIs udregning ikke medtager artikler af typen editorials, letters, news items og meeting abstracts, er denne type artikler heller ikke medtaget for Risø artikler.

Tidsskriftets titel	Artikler i 1996-97	Citationer i 1998	Risø Impact	ISI Impact
PHYS REV B	29	194	6,7	2,8
PHYS REV L	27	81	3,0	6,0
PHYSICA B	27	38	1,4	0,6
J NUCL MAT	16	26	1,6	1,2
J PHYS CHEM	16	79	4,9	4,2
RADIAT MEAS	14	28	2,0	0,2
MACROMOLEC	13	24	1,8	3,4
J PHYS-COND	12	34	2,8	1,6
J APPL PHYS	10	13	1,3	1,7
LANGMUIR	10	34	3,4	2,8
PHYS REV E	10	13	1,3	2,1
EUROPH LETT	10	32	3,2	2,2
J APPL CRYST	9	11	1,2	1,6
ACT MATER	9	9	1,0	1,8
PHYSICA C	8	36	4,5	1,1
MAT SCI E A	8	14	1,8	0,7
J PHYS CH A	8	12	1,5	2,0
SCI TOTAL E	8	17	2,1	1,2
SCR MATER	8	8	1,0	1,0
ACT CHEM SC	8	17	2,1	1,3
J OPT SOC B	7	5	0,7	1,9
SURF SCI	7	8	1,1	2,2
INT J CH K	7	8	1,1	1,2
PLANT SOIL	7	9	1,3	1,2
SOL ST ION	7	8	1,1	1,1

## Erhvervslivet og Risø

*Risø ønsker at øge sin markedsstyrede virksomhed for at styrke overførslen af viden fra Risøs langsigtede forskningsarbejde til førende virksomheder og generelt i det danske samfund. Indsatsen skal også give Risøs medarbejdere øget indsigt i virksomhedernes behov og dermed påvirke valget af forskningsopgaver. Samtidig skal en øget omsætning på kommercielle vilkår skabe et større økonomisk råderum for Risø. I 99 har vi således arbejdet på at gennemføre en række erhvervsrettede projekter, som skal sikre, at de udviklingsmuligheder Risø skaber, bliver udnyttet inden for områderne nye materialer, energiteknologi, måleteknik, systemforståelse samt nye planteegenskaber.*

### Avancerede måleteknikker skaber kvalitet og fornyelse

*Nye teknologier, nye processer og produkter, analyse af årsager til fejl og kvalitetsbrister kræver avanceret måleudstyr. Det indgår i Risøs planer at skabe det teknologiske grundlag for udvikling af nye måleteknikker.*

#### Elektronisk næse håndterer lugtgener

I dag kan følsomme sensorer kende forskel på skotsk og irsk whisky, men de er alligevel ikke så fintfølede som den menneskelige næse. Til gengæld bliver den elektroniske næse ikke træt eller uopmærksom, så den er bedre til processtyring. Risø er med i et nyt projekt, hvor der skal udvikles sensorer til måling og styring af lugtgener fra produktion af isolationsmaterialer samt til produktion af og kontrol med fødevarer. Der sættes på sensorer baseret på oscillerende kvartskrystaller og halvledersensorer. "Næserne" kan også anvendes inden for processtyring, miljø- og sikkerhedsovervågning, fx til "opsugning" af fordærvet mad, narkotika og udslip af ildelugtende og giftige gasarter fra

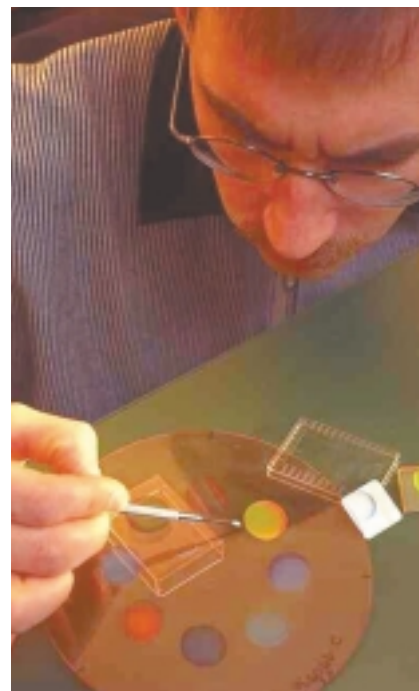
industri og landbrug. I projektet, der er støttet af Erhvervsfremme Styrelsen, deltager dk-TEKNIK, Force Institutet, PBI-Dansensor A/S, Rockwool A/S og KVL.

#### Brug-og-smid-væk sensor måler vandkvalitet

Sammen med Vir A/S er der udviklet en ny type vandkvalitetssensor, som ved hjælp af en diodelaser samt et diffraktivt optisk element støbt i plast er i stand til at måle meget små koncentrationer af forurenende stoffer i fx drikkevand. Eftersom plastelementerne er billige at fremstille, forventes de i deres endelige udformning at kunne fungere som brug-og-smid-væk emner.

#### Lyset fortæller hvad patienten fejler

Avancerede optiske målemetoder giver lægerne nye muligheder i forbindelse med diagnose af sygdomme. Med optisk kohærenstomografi (eng. OCT) kan der således tages billeder, som inden for en kort årrække forventes at blive vigtige for diagnostik uden kirurgisk indgreb i patienten. I første omgang udvikles systemet



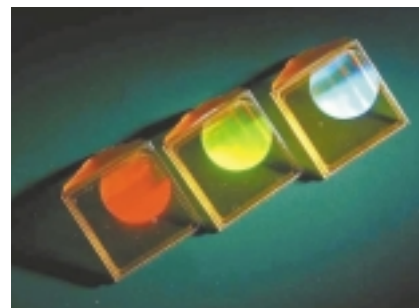
BOYE KOCH

Sammen med firmaet Vir A/S har Risø udviklet en billig brug-og-smid-væk sensor til at måle vandkvalitet. Forsker Henrik Pedersen forklarer her hvordan den fremstilles ved en simpel sprøjtestøbningsteknik.

BOYE KOCH



En kunstig næse bliver aldrig træt. Derfor er den god til at overvåge fx lugtgener fra industrivirksomhed. "Næsen" ses nederst til højre. Dr.techn. O.Toft Sørensen (tv) og forskningstekniker Torben Strauss studerer her nogle af de første resultater "næsen" har præsteret.



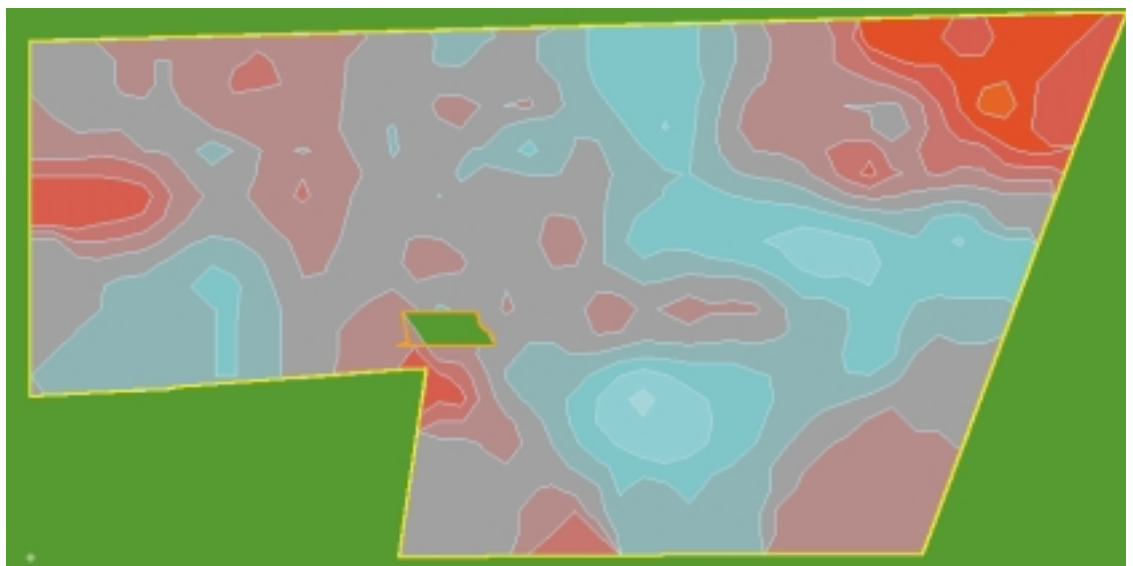
BOYE KOCH

Sensoren udviklet sammen med Vir A/S er baseret på diffraktiv optik, hvor lys brydes af et gittermønster, lige som havets bølger brydes ved havneindløbet. Det gør optiske elementer kompakte og billige. Her ses tre ens diffraktive elementer opstillet i tre forskellige vinkler i forhold til belysningen, hvorved de lyser i tre forskellige farver.





Ph.d.-studerende Peter Lodahl arbejder med stabilisering og frekvensfordobling af høj-effekts diode lasere. Sådanne lasersystemer vil fx. få mange medicinske anvendelser og spare patienterne for både injektionssprøjte og skalpel.



Traktoren øverst er monteret med Hydro Agris sensorsystem til varierende gødningsdosering, afhængig af den enkelte plantes behov. Systemet er afprøvet på Risø. Dataindsamlingen har bl.a. omfattet infrarøde billeder (midten) af plantetilgængeligt vand. Rød er god og gul lav vandtilgængelighed. Desuden analyser af proteinindholdet i afgrøderne (nederst), varierende fra 9,5% (blå) til 12% (rød). Endelig udbyttekort fra sensortildelte striber (næste side) svingede fra 7 (blå) til 11 (rød) tons/hektar.

til diagnose af øjensygdomme og fx hudkræft. Risø har udviklet en ny analytisk og teoretisk model til beskrivelse af OCT systemer. Princippet i OCT er at sende lys ind i øjet eller huden og så bruge det tilbagekastede lys til at danne billeder, der kan hjælpe lægen til at diagnosticere patientens sygdom. Den nyudviklede model

er verificeret eksperimentelt på fantomer, dvs. kunstige objekter med vævslignende egenskaber.

#### Sensor doserer gødningen optimalt

For Hydro Agri Danmark har Risø afprøvet en ny sensor til kvælstofgødskning. Perspektivet med sensortildelt gødskning er

en bedre næringsstofudnyttelse til fordel for miljøet og landbruget. Risø havde yderligere en forventning om, at kernekvaliteten kunne forbedres. Derfor indledtes i 99 et samarbejde med KVL og DJF, mens Landbrugets Rådgivningscenter har stået for de landsdækkende afprøvninger af sensorsystemet. Forsøgene har vist, at



Udbyttekort er et værdifuldt redskab, når landmanden skal bedømme sensorens beslutninger. Se også foregående side. Kortene er fremstillet ved hjælp af softwarepakken Kemira Loris.™

sensorgødskning har sin berettigelse i det moderne landbrug. Værdien af sensortildeling forventes øget betydeligt, såfremt underliggende beslutningsstøttesystemer kobles på sensorudstyret i fremtiden.

#### Nye teknikker stiller skarpt på overfladeegenskaber

Et flyvetids sekundær ion massespektrometer (CAMECA TOF-SIMS IV) anskaffet og indkøbt i 99 gør det muligt at undersøge kemien af en overflade, som kun måler 100 gange 100 nanometer. Så små overfladestrukturer vil få stigende teknologisk betydning i de kommende år. TOF-SIMS supplerer atomic force mikroskopi (AFM), som kan se konturerne af de enkelte molekyler i en overflades yderste lag, samt røntgen fotoelektron spektroskopi (XPS), som måler i overfladens øverste fem nanometer, svarende til en snes atomlag. Teknikkerne spiller sammen i polymerkemien, hvor analyserne bruges til at skræddersy materialer med ønskede egenskaber. Samspejlet mellem metoderne skaber mulighed for nye forskningsmæssige gennembrud. Når man i TOF-SIMS analysen stiller skarpt på et lille område, kan man opnå en kemisk kortlægning af overfladen, der resulterer i et billede. Fx har Risøforskerne i 99 for en virksomhed undersøgt tværsnit af malinger for at forbedre fx farve, stabilitet og vedhæftning. Metoden kan fx også bruges til at undersøge, hvordan pesticider fordeler sig på overfladen eller i tværsnit af frugt og grønsager, og hvordan medicin fordeles i biologisk væv.

#### Godt salg i udstyr til strålingsmåling og aldersdatering

Et Risø-unikt måleudstyr er det automatiske TL/OSL apparatur. Det bruges fx til målinger af strålingsdoser efter nukleare uheld og aldersdatering af arkæologiske fund. Apparatet er blevet væsentligt forbedret, hvilket har åbnet for helt nye anvendelsesmuligheder. Apparatet er i 99 leveret på kommerciel basis til 15 forskellige forskningslaboratorier over hele verden.

#### Materialer der rykker teknologiens grænser

*Den nødvendige viden om nye avancerede materialer står højt på dagsordenen i Risø planlægningsgrundlag, og materialeforskningen rummer væsentlige bidrag fra fem af Risø's syv afdelinger: Materialeforskning, Materialers Fysik og Kemi, Plantebiologi og Biogeokemi, Optik og Fluid Dynamik samt Vindenergi og Atmosfærefysik.*

#### Kunstig brusk kan lette gigtramtes tilværelse

Slidigt i hofter og knæ hører blandt de mest udbredte sygdomme i den civiliserede verden. Risø har sammen med Hvidovre Hospital, Medico-Chemical Lab. ApS og Rigshospitalet undersøgt alternativer til indsætning af kunstige hofter. Projektgruppen, der har faglige kompetencer inden for ortopædkirurgi, polymerkemi og biologi, har i et litteraturprojekt gennemgået mulighederne for at erstatte den nedslidte brusk med et kunstigt materiale



BOYE KOCH

Studentermedhjælp Frederik R. Steenstrup er med i udviklingen af et implantat fremstillet af en vævsvenlig polymer, der kan erstatte brusk. Det kan måske i fremtiden gøre hofteoperationer til et langt mindre indgreb.



Ph.d.-studerende Christian Højerslev arbejder med mikrostrukturens indflydelse på udmattelsesbrud i værktøjsmaterialer (stål/hårdmetal). Viden om disse mekanismer er med til at forlænge levetiden af værktøjsmaterialer mange gange.

baseret på blandinger af kendte polymerer. Der er indleveret patentansøgning på ideerne til det nye materiale. Tanken er, at materialet kan erstatte ødelagt brusk i tilfælde, hvor de fysiske belastninger på leddet ikke er voldsomt store. Projektet er støttet af Erhvervsfremme Styrelsen.

#### Plast flytter elektronikken ind i dagligvarerne

Lavpris transistorer af plast kan fx bruges til varemærkning i forbindelse med indkøb og tyverisikring. De udvikles bl.a. i Risøs laboratorier gennem FREQUENT, et EU ESPRIT-projekt, hvor Risø deltager i samarbejde med grupper fra universiteterne i Cambridge, Ulm og Eindhoven, og fra Philips udviklingsafdeling i Holland. I 99 er der nået væsentlige fremskridt i forståelsen af sammenhængen mellem plastmaterialernes mikroskopiske struktur og deres halvledende egenskaber. Denne type viden kan bidrage afgørende til forbedring af plastmaterialerne til transistorerne.

#### Nye fibermaterialer på vej ind i industrien

Kompositter baseret på termoplastisk plast er på vej ind i industrien. Risø har i 99 spurgt 25 danske virksomheder om deres interesse for fiberkompositter. 18 virksomheder svarede positivt, og de fleste svar gik på netop termoplastiske fiber-

kompositter. På Risø arbejdes med to teknikker til fremstilling af emner ud fra fiberklæder vævet af et blandingsgarn bestående af glasfibre og plastfibre. Den ene retter sig mod store emner i begrænsede styktal - eksempelvis vinger til vindmøller. Den anden egner sig til mindre emner, der skal fremstilles i store styktal. Den sidstnævnte procesteknik er udviklet i samarbejde med virksomhederne Trevira Neckelmann A/S og Komposit Procesteknik.

Fordelen ved termoplastiske fiberkompositter er bl.a. at de kan genanvendes. Når en komponent skal genanvendes, kan den sønderdeles til et granulat, som genopvarmes til procestemperaturen og sprøjtestøbes til nyt produkt. Udover genbrugsmuligheden og dermed miljøfordelen, indebærer termoplast store fordele for arbejdsmiljøet.

#### Energiteknologier på vej frem

*Det er et af Risøs mål at medvirke til industriel udvikling af effektive, sikre og miljøvenlige energitekniske anlæg gennem materialeudvikling til fx brændselsceller, brinttanke og vindmøller. På vindenergiområdet er det fortsat Risøs ambition at være verdensledende.*

#### Brændselsceller til husbehov

SOFC-brændselscellerne har igen fået vind i sejlene. Nye materialekombinationer har medført lavere modstand, hvilket igen betyder drift ved lavere temperatur. Driftstemperaturen er nu nede på 850 grader C. Derfor kan det keramiske interconnectmateriale erstattes af et langt billigere metallisk materiale. Elektrolytterne er blevet tyndere og dermed både billigere og med lavere modstand. Samtidigt er der udviklet nye elektroder med højere effektivitet. Disse forbedringer gør det nu realistisk at snakke om små brændselscelleanlæg inden for en overskuelig fremtid (3-5 år). Disse anlæg kan tilpasses enkelte boliger eller industrianlæg med central el- og varmeforsyning. Udover el giver brændselscellerne nemlig også varme. Risø skal de næste to år bygge et prepilot produktionsanlæg til at afprøve og opskalere produktionen af de nye brændselsceller. Projektet finansieres af PSO-midler, Haldor Topsøe, Risø og EFP. De



Nogle af brændselscelleprogrammets i alt 29 deltagere er her samlet omkring det opløftende resultat af den seneste celleudvikling, en mere end 500 kvadratcentimeter stor fleksibel og stærk celle. Startende kl 1 med uret: Seniorforskerne F.W.Poulsen, M.Mogensen, S.Primdahl, og P.V.Hendriksen, ph.d.-studerende Lars Mikkelsen, Forskningstekniker Henrik Paulsen, ph.d.-studerende Marianne Glerup samt seniorforsker Bruno Kindl.



BOYE KOCH

små brændselscelleanlæg forventes at kunne reducere CO<sub>2</sub>-emissionen med 25% i forhold til el, produceret fra et traditionelt kraftværk. I fremtidige store industrielle produktionsanlæg (multi MW-anlæg), hvor brændselsceller kombineres med gasturbiner, vil CO<sub>2</sub>-reduktionen være på op til 50%. Der er udtaget tre nye patenter i 99.

#### Høvsøre velegnet til store møller

Vindmøllefabrikanterne har sværere ved at afprøve de store megawatt vindmøller. Tilladelsen til at rejse dem på land er svære at få, og ofte er det ikke på de mest vindrige placeringer. Risø har derfor arbejdet på at finde en godt sted til afprøvning af megawatt vindmøllerne før de sættes ud i de planlagte store havvindmølleparker. Et godt sted er Høvsøre i Vestjylland, og igennem hele året er der gjort et stort forarbejde for at få etableret den nye prøvestation for store vindmøller.

#### Designgrundlag for møller til havs

Der er i samarbejde med elværkerne, Det Norske Veritas og to rådgivende ingeniørfirmaer opstillet et designgrundlag for den kommende udbygning med vindmølleparker på havet. I forbindelse med opstillingen af designgrundlaget laves bl.a. målinger af klimaforhold på havet. Det færdige forslag til designgrundlag afleveres til elværkerne januar 2000.

#### Kraftelektronik i vindmøller

I samarbejde med en vindmøllefabrikant har Risø undersøgt og demonstreret udviklingsmuligheder ved anvendelse af kraftelektronik sammen med det danske vindmøllekoncept med stallregulering gennem videreudvikling og implementering på en 500 kW mølle med variabel hastighedsregulering med original styringsstrategi. Konstruktionen skal fremover anvendes som forskningsfacilitet til Risøs videre udvikling og optimering med fremtidens møllekoncepter.

#### Nyt vingedesign til stallregulerede møller

Der er designet en modifikation af forkanten på eksisterende stallregulerede vindmøllevinger, som sikrer et mere stabilt stall. Derved kan det undgås, at der opstår flere forskellige effektniveauer ved høj vind, som det i dag ses på nogle møller. Modifikationen gør samtidig vingerne lidt mere aerodynamisk effektive, og sikrer ydermere, at strømmingen omkring vingen er mindre følsom over for snavs på forkanten.

#### Vindmøller i svage elnet

I samarbejde med Danske Elværkers Udrædningsafdeling er gennemført et projekt

Her viser Marianne Glerup 10 års udvikling af fastoxidbrændselscellen fra den lille, sprøde celle til dagens store celle, som har givet ny optimisme til SOFC-programmet, der bl.a. omfatter opbygning af et fabrikationsanlæg i pilotskala.



med undersøgelse af vindkraftanlægs indvirkning på svage net. Projektet har bestået i en undersøgelse af eltekniske forhold på vindmølleparker og elnet i Indien. Projektet har resulteret i en række forslag til at forbedre elkvaliteten. Møllerne i Indien skal være konstrueret til at modstå store frekvensafvigelser på elnettet.

#### Flere 2nd opinion studier

Vindmøllemarkedet er gennem de sidste mange år steget meget kraftigt fra år til år. Dette kan også mærkes på Risøs såkaldte "Second opinion" studier. Formålet med et sådant studie er, for en bank eller anden investor, at bekræfte gyldigheden af produktionsberegninger som en vindmølleparks developer har lavet. Dette gøres for at sikre økonomien i projektet. Antallet af disse studier har været stigende gennem længere tid, men i 99 blev der udført næsten dobbelt så mange som normalt. Som noget nyt er også beregninger af havvindmølleparker blevet foretaget.

#### Nyt effektivt værktøj til

##### vindmølleplacering: WASP Engineering

WASP Engineering er en programpakke til beregning af vindprofiler, turbulens, ekstremvinde og andre vind parametre af interesse for lastberegninger. Alle disse parametre varierer fra sted til sted i et landskab, fx vil 50-års-stormen typisk være meget større på toppen af en bakke end over fladt terræn. Grundlaget for beregningen af 50-års-stormen er et ekstremvindatlas, som er udarbejdet for Danmark.

Disse atlasværdier bliver modificeret af det omgivende terræn. Vindmøller belastes også af turbulens og af vindprofilen (dvs. at det ikke blæser lige meget over hele rotoren) og programmet er i stand til at beregne disse størrelser. En windowsbaseret prototype er udviklet og i begyndelsen af næste år vil den blive implementeret ved udvalgte brugere i industrien.

#### Tanke til brintbiler

På Risø arbejdes der med to muligheder for brinttanke til biler. Den ene er anvendelse af metalhydrider, hvor princippet er, at brint lagres ved at gå i forbindelse med findelt metal. Den anden er lette tryktanke fremstillet af fiberforstærket plast. Begge projekter udføres i samarbejde med firmaet IRD i Svendborg og DTU. Til metalhydridtanke er der i 99 fundet materialer, som kan fungere med motorkølevandet som køle- og varmemedie for brinttanken. Materialerne testes i en prøvetank på DTU, hvorpå en større tank afprøves af IRD, sikkerhedsgodkendes og monteres i en brintbil. Som tryktanke arbejdes der med kulfiberomviklede letmetallyktanke. Metallet i tankene gør dem helt brinttætte, men tunge. Derfor udvikles tanke, hvor metallaget erstattes af plastlag eller metalliserede plastlag, der dog ikke er helt brinttæt. Derfor skal der findes plasttyper med gode barriereegenskaber over for brint. Indledende forsøg tegner meget lovende, og for yderligere at nedsætte brinttabet er forsøg med metalliserede plastlinere sat i gang.



BOYE KOCH

Brint er et miljøvenligt brændstof til biler. Lagring af brint i lette og stærke fiberforstærkede trykbeholdere er en ideel løsning, og beholdere udvikles på Risø. Med i forskningsprojektet er seniorforsker Åge Lystrup (tv.) og forskningstekniker Claus Mikkelsen.

Ph.d.-studerende Gregor Giebel arbejder på at sikre en bedre udnyttelse af vindenergi i Europa. Uden problemer kan vindenergi dække 15% af hele el-forbruget i Europa. Med mere avancerede teknikker kan man nå højere op.

MICHAEL FISCHER





## Teknologivalg og informationsstrømme

*Risø beskæftiger sig med analyse af erhvervs-, samfunds- og forskningsmæssige muligheder og konsekvenser i forbindelse med informationsflow, valg, udvikling og kommerialisering af ny teknologi.*

### Teknologiske muligheder med i virksomhedernes strategiprocesser

Der er indledt et samarbejde med Dansk Industri og CO-industri om at udvikle værktøjer og processer til at inddrage fremtidige teknologiske muligheder i virksomhedernes strategiprocesser. Det langsigtede mål er at styrke virksomhedernes teknologibaserede konkurrenceevne. Det er tanken at udvikle en Technology Foresight proces, hvor virksomhedernes strategiske muligheder står centralt - teknologisk, kompetencemæssigt, osv., samt at opbygge en direkte anvendelsesmæssig kompetence blandt projektdeltagerne på området. Et forprojekt er finansieret af Industriens Uddannelsesfond.

### Informationsflow i virksomheder

Det er et stort problem for virksomheder at styre de mange informationer, der produceres internt i virksomheden og som modtages fra omverdenen. Medarbejdere bruger megen tid på at indhente, skabe og dele viden, som anvendes af både interne og eksterne interessenter. De fleste værktøjer til søgning og vidensstyring er udviklet til at støtte enkeltbrugere, hvilket gør det vanskeligt at søge og dele viden i grupper, der samarbejder. Risø deltager sammen med University of Washington, Microsoft Corporation og The Boeing Company (alle Seattle) i et projekt om udvikling af systemer, der kan imødekomme dette behov hos virksomhederne. Projektet er støttet af National Science Foundation.

## Bioteknologi i arbejdstøjet

*På Risø arbejdes systematisk med at bruge bioteknologiske metoder til at skabe fodergræs med højere næringsværdi. Græs giver nemlig ringe miljøbelastning og er derfor en vigtig brik i fremtidens bæredygtige landbrug. Men næringsværdien i fodergræs er ikke er høj nok til, at fx køer kan undvære tilskud af kornbaseret kraftfoder.*

### Mindre lignin gør græs mere fordøjeligt

Rajgræs er en meget vigtig afgrøde i Europa, hvor det især dyrkes som dyrefoder. I samarbejde med DLF-Trifolium A/S arbejder Risø nu på at gøre græsset lettere fordøjeligt for dyrene. Fordøjeligheden og dermed græssets næringsværdi er nedsat på grund af indholdet af stoffet lignin, der findes i alle planter. Forskerne søger at udnytte molekylærbiologiske metoder til at fremstille lettere fordøjeligt rajgræs. Enten ved at nedsætte ligninindholdet eller gøre det mere opløseligt ved at ændre på den kemiske struktur. Det kan gøres ved at påvirke polymerisationsprocessen, den proces, der giver ligninen dens egenska-

ber. Processen styres blandt andet af nogle enzymer der kaldes laccaser, og der er nu klonet et særligt laccasegen. Genet gør det muligt at forhindre, at laccasen dannes i specifikt væv, uden at det går ud over genets funktioner i andet væv i planten. Med den viden kan man påvirke ligninens kemiske struktur i de plantedele, som gerne skulle kunne fordøjes af husdyrene.

### Græs hvor stængel- og blomsterdannelsen kan styres

Gennem Bioteknologi-konsortiet i samarbejde med DLF-Trifolium A/S arbejdes med at udvikle den videnbasis, der skal gøre det muligt at styre stængel- og blomsterdannelse i græsser. Fordelene vil dels være produktmæssige - i form af forøget foderværdi - og dels miljømæssige, idet uønsket spredning af gener i naturen kan forhindres. Forskningsprogrammet er nu fuldt udbygget og tæller i alt 16 ansatte. Programmet har etableret en række følsomme molekylærbiologiske teknikker til kortlægning af de gener, der regulerer græssers blomstringsproces. Der er blevet isoleret mere end 20 kendte blomstringsrelaterede gener og herudover et højt an-

BOYE KOCH



Ph.d.-studerende Britta Gavnholt har klonet enzymet laccase fra rajgræs. Det åbner muligheder for at skabe en rajgræs med forbedret næringsværdi for husdyr.

BOYE KOCH



I et fælles forskningsprogram samarbejder DLF-Trifolium A/S og Risø på at fremstille en helt ny slags gen-modificeret græs, som har højere næringsværdi for køerne. Det betyder sparede udgifter til kraftfoder. Her arbejder forskeren Klaus Salchert sammen med laborant Rikke Bonde med PCR - polymerase chain reaction - hvor man laver millionvis af kopier af et gen for at kunne undersøge det.

MICHAEL FISCHER



Ph.d.-studerende Christian Sig Jensen er med i arbejdet i forskningsprogrammet etableret af DLF-Trifolium A/S og Risø. Han isolerer DNA fra prøver af rajgræs høstet på forskellige tidspunkter under blomstringsinduktion. Ved hjælp af forskellige molekylærbiologiske metoder isoleres gener, der er blevet 'aktiveret' under blomstringsprocessen.

tal ukendte gener, som er aktive under stængel- og blomsterudviklingen. Der er således blevet identificeret mere end 100 gensekvenser fra rajgræs. Disse er nu samlet i en intern database. De første rajgræsplanter gensplejset med potentielle blomstringsgener er under fremstilling på DLF-Trifoliums forskningslaboratorium i St. Heddinge.

## Rene fødevarer

*Beskrivelse af sporelementers og miljøfremmede stoffers forekomst, omsætning og effekter i planteproduktionssystemer og gennem menneskets fødekæde indgår i Risø forskningsprogram Biogeokemi.*

## Forurening i fisk

Siden 96 har Risø deltaget i et større projekt over restkoncentrationer i fisk. Projektet har været koordineret under Danmarks Fiskeindustri- og Eksportforening og udført i samarbejde mellem Biomar A/S, DIFTA, Fødevarerdirektoratet, Steins Laboratorium A/S og Teknologisk Institut. Målgruppen har været akvakulturerhvervet i bredeste forstand, fiskeindustrien samt af-tagere af fisk og fiskeprodukter. Risø har analyseret tungmetaller i fisk og muslinger. Resultaterne har bl.a. vist, at med følsomme multielement analysemetoder kan man klart måle forskelle mellem opdrætsstederne.

BOYE KOCH



Laboratoriemester Lis Vinther Kristensen forbereder muslinger til analyse for tungmetaller. Analysemetoden er så følsom, at man kan konstatere, hvor muslingerne er opdrættet.



### Risikoanalysens våben rettes mod salmonella

Salmonella infektioner i svin har Risø undersøgt i samarbejde med Danske Slagterier. Målet har været at afklare, om principper og erfaringer fra anvendelse af risikoanalyse for andre aktiviteter og industrier kan overføres og tilpasses den danske svinekødsproduktion. Risikoanalysen baseres på funktionel modellering af svinebesætninger og slagteri. Hovedvægten ligger på operationelle og organisatoriske forholds betydning for analyse af salmonella smitte og smitteveje i danske svinebesætninger og svineslagterier. Det langsigtede perspektiv er en dybere forståelse af sammenhænge og vurdering af relevante risikofaktorer.

### Rådgivning og service til erhvervslivet

*Risø sælger service og udvikling i form af laboratorieundersøgelser og rådgivning på de syv programområder, hvor vi har en særlig kompetence. Vi råder over avanceret viden og udstyr, der også udnyttes af private virksomheder.*

#### Driftproblemer i forbrændingsanlæg

Optiske målemetoder er velegnet til berøringsløs måling i forbrændings- og forgasningsanlæg. Risø har udviklet metoder til hurtige og præcise gastemperaturmålinger (300 - 2000°C), som typisk anvendes til målinger i små og store danske forbrændingsanlæg i situationer, hvor der er tvivl om kvaliteten af driftmålinger eller driftproblemer, samt hvor der er ønske om detaljeret procesinformation. Der kan desuden foretages berøringsløse flowmålinger.

#### Meteorologiske målinger på Storebælt afsluttet

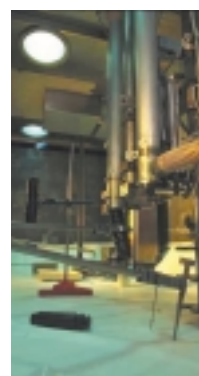
Risøs målinger for den faste forbindelse over Storebælt startede i 77. Målingerne udførtes som klimamålinger langs en 70 meter høj mast på den østlige spids af Sprogø. I løbet af 89 og det følgende år var der samlet data nok til at afgøre, at broen kunne designes med mindre skrappe krav end man havde fået ved direkte brug af den danske vindnorm på området - med en klækkelig besparelse på broens byggeomkostninger som resultat. Der er også udført undersøgelser af overisnings-

fare og muligheder for at bekæmpe den, samt af sandsynligheden for at turbulente vindstød for forskellige indhegninger af brobanen ville udgøre en fare for trafikken. En væsentlig opgave under selve byggefasen af broen var at specificere vejrliget på byggepladsen, så bygherren og entreprenørerne kunne afgøre, hvornår vejret var for hårdt til byggearbejde. Sprogømålingerne sluttede i september 99. De operationelle målinger foretages nu fra selve broen, og som slutopgave, nu for A/S Sund & Bælt, jævnføres vindhastigheden målt fra Sprogø masten og vindhastigheden målt på de nuværende målepositioner langs broen.

#### Isotoper til lækagesporing

Et stigende antal firmaer udfører lækagesporing på skjulte rørsystemer i både private hjem og på større anlæg. Til dem

BOYE KOCH



For lækagesporingsfirmaer fremstiller Risø radioaktive isotoper. De bruges til lækagesporing i de mange skjulte rørsystemer, der findes i alle moderne bygninger og anlæg.



BOYE KOCH

Foruden at fremstille og sælge isotoper til lækagesporing, afholder Risø også kurser for firmaernes medarbejdere, så de ved, hvordan man anvender isotoperne forsvarligt.

producerer Risø radioaktive isotoper. Sundhedsstyrelsen kræver, at firmaernes medarbejdere har den nødvendige helsefysiske viden, før de må arbejde med de radioaktive stoffer. Risø tilbyder derfor også firmaernes medarbejdere et kursus i helsefysik. I 99 var der syv deltagere fra lækagesporingsfirmaer på Risøs kursus.

### Sterilisering af medicinsk udstyr

Firmaet LR Plast har lejet Risøs elektronacelerator til bestråling af produkter, og firmaet udfører strålesterilisering for producenter af medicinsk udstyr, fx Coloplast. I den forbindelse yder Risø konsulentbistand og udfører kontrolmålinger. Risøs målecertifikater accepteres af sundhedsmyndighederne som dokumentation for korrekt udført sterilisation.

### Diagnoser af sjældne sygdomme

For J.F. Kennedy Institutet udfører Risø kobberbestemmelse til diagnose af sjældne sygdomme. Risø er et af de få laboratorier i verden, der bestemmer kobber i prøver af fosterhinde. Analyseresultaterne anvendes til diagnose af Menkes sygdom (arvelig hjernedegeneration). Vi bestemmer ligeledes kobber i leverprøver, som anvendes til diagnose af Wilsons syge, en genetisk defekt, der medfører ophobning af kobber i leveren.

### Radioaktivt affald og naboerne

Det svenske kernekraftværk Oskarshamn planlægger at udvide sit lager for lavradioaktivt affald. Risø har i forbindelse med en miljøkonsekvensbeskrivelse af udvidelsen vurderet strålingsdoser til befolkningen i nærområdet og fundet, at doserne er ubetydelige for såvel normale som unormale hændelser.



## Licensaftaler

*Det er Risøs mål at styrke licensvirksomheden og markedsføre den forskningsbaserede viden mere intensivt. Rettigheder til resultater og know-how (Intellectual Property Rights, IPR) opbygges og udnyttes i fællesskab med samarbejdspartnere.*

### Oversigt over aftaler om rettigheder til patentansøgte opfindelser i 99

Der er i 99 overdraget rettigheder til otte patenter.

Opfindelse/opfinder	Rettigheder overdraget til
A process for solubilizing hemicellulose present in a lignocellulosic material. Patentansøgning PA 1998 01133. Risø opfinder Anne Belinda Thomsen	Bio Crack Aps
Wind Turbine with oscillation damping means, damping device and a method of damping oscillation in a wind turbine. Patentansøgning DK PA 1998 00715. Risø opfinder Flemming Rasmussen	NEG Micon A/S
Improvement of N-Tuple or RAM based neural network classification system and method. Patentansøgning DK 162/98 og DK 99/00340. Risø opfindere Thomas Martini Jørgensen og Christian Linneberg	Intellix A/S
Method and apparatus for determining the rate of angular rotation of a rotating object. EP 0671 007 (PCT DK 93/00315) USA patent 5,636,014. Risø opfinder Steen Grüner Hanson	Kanitech International A/S
DK 1498/96. A medicament container for storing a liquid medicament and the use of the container. DK 0128/97. Risø opfinder Ib Johannsen	Novo Nordisk A/S
DK 307/98. Medical article with coated surfaces exhibiting low friction and low protein adsorption. Risø opfinder Ib Johannsen	Novo Nordisk A/S
DK 314/98. Coating system providing low friction. Risø opfinder Ib Johannsen	Novo Nordisk A/S
DK 1998 00731. Medical article with coated surfaces. Risø opfinder Ib Johannsen	Novo Nordisk A/S



# Forskeruddannelse

Det er en vigtig opgave at bidrage til uddannelse af unge forskere. Antallet af ph.d.-studerende på Risø vokser støt, og Risøs forskere deltager i undervisningen ved universiteterne. Det er vores mål at bidrage på alle områder, hvor Risøs forskning er relevant for undervisningen på kandidatniveau. I dette kapitel gives nogle eksempler på aktiviteterne.

## De fik ph.d.-graden i 99

15 ph.d.-studerende har opnået ph.d.-graden i 99. 75 ph.d.-studerende svarende til i alt 57,9 årsværk har været tilknyttet Risø i 99. 39 af de studerende har haft et stipendium samfinansieret mellem Forskerakademiet og Risø, syv har været finansieret af Ingeniørvidenskabeligt Center, og 29 har været finansieret på anden måde.

Antallet af post doc-stipendiater er på 80 svarende til 57,43 årsværk, heraf 38 udenlandske post docs.

### Afdelingen for Materialeforskning

M.Sc.Tech. Peter Halvor Larsen, Sheffield University, UK  
Civilingeniør Søren Primdahl, University of Twente, NL

### Afdelingen for Materialers Fysik og Kemi

Civilingeniør Palle H. Rasmussen, DTU  
Cand.scient. Thomas Frello, DTU

### Afdelingen for Optik og Fluid Dynamik

Cand.scient. Michel R. Schmidt, SDU  
Civilingeniør Sussie Juul Jensen, KU

### Afdelingen for Plantebiologi og Biogeokemi

Cand.scient. Anders Feilberg, SDU  
Civilingeniør Stefan Stürup, DTU  
Cand.scient. Jesper Platz, SDU

### Afdelingen for Systemanalyse

Cand.techn.soc. Steffen Rønsholdt Nielsen, RUC  
Cand.polit. Lise Nielsen, KU  
Cand.psych. Ann Britt Miberg, KU

### Afdelingen for Vindenergi og Atmosfærefysik

Civilingeniør Jeppe Johansen, DTU  
Cand.scient. Jørgen Friis Kjeld, SDU  
M.Sc. Josep Moreno, Technical University of Barcelona  
M.Sc. Elisabetta Vignati, University of Bologna

### Ph.d. erhvervsforsker 99

### Afdelingen for Systemanalyse

Civilingeniør Christian Rud Pedersen, 7 Technologies, DTU

De er på vej til at erhverve ph.d.-graden fra Risø:



MICHAEL FISCHER

Robert Horvath er ph.d.-studerende i Afdelingen for Optik og Fluid Dynamik.



MICHAEL FISCHER

Jesper Rømer Hansen er ph.d.-studerende i Afdelingen for Materialeforskning.



MICHAEL FISCHER

Søren Koch er ph.d.-studerende i Afdelingen for Materialeforskning.



MICHAEL FISCHER

Ph.d.-studerende Karin Vels Jensen deltager i udviklingen af brændselsceller, som forventes at få en stor fremtid i mikro-kraftvarmeværker til parcelhuse.

MICHAEL FISCHER



Matthias Hübner er gæsteforsker og studerer karakterisering af humusstoffer.

MICHAEL FISCHER



Peter Snoer Jensen er ph.d.-studerende i Afdelingen for Optik og Fluid Dynamik.



## Forskerskoler

### Forskerskole i ikke-lineær dynamik

Forskerskolen i ikke-lineær dynamik er etableret sammen med DTU og NBI. I samarbejdet deltager også forskellige industrivirksomheder, fx Novo Nordisk. Skolen uddanner de ph.d.-studerende til at udnytte den nyeste viden inden for ikke-lineær dynamik både i industri og i forskning. I øjeblikket er der omkring 35

danske ph.d.-studerende og 15 post docs ved de tre deltagende institutioner, som er mere eller mindre direkte knyttet til skolen. Skolen havde sidste år 29 besøgende udenlandske ph.d.-studerende. Herudover har der indtil nu været mere end 50 besøgende professorer og forskere, som dels holder forelæsninger og dels deltager direkte i vejledningen af de ph.d.-studerende.

### Forskerskole i Knowledge Management

Som en del af REMAP projektet iværksættes en række ph.d.-projekter, der knyttes til handelshøjskolens europæiske forskerskole på området Knowledge Management. Det er endvidere hensigten at udvikle et ph.d.-kursus på området forskningsledelse, der vil blive tilbudt alle Risø ph.d.-studerende. Dette kursus vil endvidere være åbent for projektsamarbejds partnere og andre virksomheder.

### Ph.d.-kurser

#### Forskerkursus i plante-mikrobe symbioser

Plante-mikrobe symbioser var emnet for et to ugers nordisk ph.d.-kursus på Risø, støttet af Nordisk Forskeruddannelsesakademi (NorFA). Kurset dækkede en række af de processer, der ligger bag den molekylære kommunikation i plante-mikrobe symbioser. Kurset var i høj grad baseret på laboratorieøvelser, der gav en grundig introduktion til nogle af de nyeste bioteknologiske teknikker inden for udforskningen af plante-mikrobe symbioser. Laboratorieøvelsernes videnskabelige indhold blev integreret med teoretiske diskussio-

ner og forelæsninger ved internationalt førende forskere og nordiske lærere inden for forskningsfeltet. Kurset blev fulgt af 15 ph.d.-studerende, som alle var indskrevet ved nordiske universiteter, men som repræsenterede i alt 11 lande fra hele kloden. Kurset var arrangeret af Center for Plante-Mikrobe Symbioser, Risø.

#### Kursus i molekylære markører

Molekylære markører i planteforædlingen er titlen på et årligt tilbagevendende to ugers ph.d.-kursus. Dette år deltog ni studerende fra Danmark, Sverige og Finland. Kurset giver de studerende grundlæggende kendskab til molekylære markører og deres anvendelse i plantegenetik og planteforædling og afsluttes med en mundtlig eksamen med deltagelse af en censor fra KVL.

#### Informationsteknologi i landbruget

DINA (Danish Information Technology Network in Agriculture) er navnet på et netværk ved KVL. I dette netværk er der en forskerskole, hvor Risø deltager med studerende. Risø er ansvarlig for de plantebiologiske aspekter inden for netværket i relation til områderne bioinformatik og kvantitativ genetik.

## Specialeundervisning

### Kursus i reaktorfysik

En forsker fra Risø har i efteråret holdt et forelæsningskursus om "Reaktorfysik" ved DTU for 26 studerende. Der blev i januar ved uddannelsesreaktoren DR1 holdt et eksperimentelt kursus, "Reaktorfysiske øvelser", ligeledes for studerende fra DTU.

MICHAEL FISCHER



Ph.d.-studerende Kristoffer E. N. Jonassen arbejder med at udvikle en metode til hurtig og billig bestemmelse af bindingen af tjæreforurening i jorden.

MICHAEL FISCHER



Ph.d.-studerende Benjamin Hinnum er med i forskningsprojekterne om udvikling af fremtidens miljøvenlige og effektive brændselsceller.

MICHAEL FISCHER



Ph.d.-studerende Poul Møller Hansen er med til at udvikle optiske sensorer, som kan anvendes til bestemmelse af kvælstof- og vandstatus i vinterhvede.

MICHAEL FISCHER



Janka Zrubcova er udvekslingsph.d.-studerende fra Slovak Academy of Science og arbejder på Risø med at karakterisere de fysiske egenskaber af polymerer.

# Myndigheder får råd hos Risø

På det nukleare område er det Risøs opgave at være Danmarks videntcenter, der kan bistå myndighederne med rådgivning. Men også på mange andre områder bistår Risø danske og internationale myndigheder og organisationer med rådgivning, undersøgelser og FoU-opgaver.

## Risiko og sikkerhed

### Farligt gods på Øresundsforbindelsen

For "Farligt Gods arbejdsgruppen under Øresunds-konsortiet" har Risø udarbejdet en analyse indeholdende en beslutningsmodel for valg af restriktion for transport af farligt gods på Øresundsforbindelsen. I Farligt Gods arbejdsgruppen deltager danske og svenske myndigheder, bl.a. Beredskabsstyrelsen, Rådningsverket og Tårnby Brandvæsen. Risøs analyse har resulteret i et beslutningsskema, vurderinger af tre nøglehudsforløb på Øresund-forbindelsen og på alternative ruter, samt en rangordning af seks givne restriktionsmuligheder.

## Energi

### Vindenergi i Indien

Risø har som Danidas rådgiver gennemført fase 1 med etablering af et vindenergicenter i Indien. Risø udvikler vindenergicentret så det kan certificere og måle på vindmøller. Det vurderes væsentligt for markedsudviklingen i Indien, at der etableres et vindenergicenter.

### Fælles retningslinjer for emissionsreduktioner

UNEP Centret har i 99 publiceret et nyt sæt guidelines for nationale analyser af reduktion af emissioner samt en række rap-

porter, der præsenterer resultaterne af flere nationale studier, hvor guidelines er blevet testet og anvendt. I alt omfatter rapportserien 20 bind; den er et af resultaterne af et stort projekt, som Centret har gennemført for UNEP med finansiering fra den Globale Miljø Fond (GEF). Guideline rapporterne blev formelt fremlagt på forhandlingsmødet under klimakonventionen i juni, hvor Centret også holdt et seminar om resultaterne af arbejdet.

### Transport og vækst i drivhusgasser

Transportsektoren er i langt de fleste lande den hurtigst voksende kilde til udslip af drivhusgasser. I de fleste større byer udgør de lokale miljøpåvirkninger en umiddelbar helbredstrussel, især i udviklingslande. For Verdensbanken har UNEP Centret i 99 udarbejdet et sæt retningslinier for integrering af især drivhusgas problematikken i den traditionelle transport og byplanlægning. Sammen med forskere fra Uni-



MICHAEL FISCHER

Ph.d.-studerende Thomas Bove arbejder med metoder til at forbedre sikkerheden i flyveledernes kontrol med den stadig stigende flytrafik.

versity of Bath og Lawrence Berkeley Laboratory har Centret har været ansvarlig for at udarbejde rapporten.

### Vedvarende energi i afrikanske lande

Risø støtter UNEPs aktiviteter inden for energi og klima gennem UNEP Centret. På energiområdet arbejdes især med vedvarende energiteknologier (VE). Der er



BERT WIKLUND

Risø driver 21 meteorologimaster i Ægypten til det ægyptiske vindatlas. Billederne her er fra en nyopført vindmøllepark i Zafarana i Ægypten.



BERT WIKLUND

MICHAEL FISCHER



Ph.d.-studerende Kim Rose Olsen arbejder med et projekt om udviklingslandenes deltagelse i internationale miljøaftaler.

startet pilot studier i en række afrikanske lande og forberedt et afrikansk program til lokal produktion af VE teknologier.

### Opfølgning på Kyoto

På klimaområdet arbejder UNEP Centret nu med analytiske spørgsmål i relation til de såkaldte Kyoto mekanismer: Emissionshandel, fælles gennemførelse og Clean Development Mechanism (CDM). CDM er den eneste mekanisme, der inddrager udviklingslande. For UNEP er der organiseret to regionale workshops og startet fire nationale pilotstudier med henblik på at afdække behovet for at opbygge kapacitet til, at landene kan implementere fremtidige CDM projekter.

### Dansk bidrag til klimakonventionen

Miljø- og Energistyrelsens indberetninger til Klimakonventionen og ECE protokollen har modtaget bidrag fra Risø inden for vurdering og fremskrivning af emissioner. En anden aktivitet har været udvikling af miljørelaterede satellitmodeller til ADAM, en model, der anvendes til officielle fremskrivninger af den økonomiske aktivitet i Danmark. De udviklede satellitmodeller er offentligt tilgængelige, og i 99 er EMMA,

der beskriver energiforbrug, energikonvertering og relaterede emissioner, samt en simpel scenariomodel for affaldsgenereringen blevet anvendt til miljøvurderingen af finanslov 2000.

### Konsekvenser af liberale elmarkeder

Liberaliseringen af el og gasmarkederne har gjort det nødvendigt at opbygge nye markeder, elbørser og finansielle markeder. Risø har gennemført flere analyser af omstillingen fra monopolistiske til liberaliserede markeder. I 99 har analyserne fokuseret på konkurrence, hindringer for energipolitikken og hvordan man sikrer en fortsat udbygning med vedvarende energianlæg i et liberaliseret energimarked. I denne forbindelse analyseres bl.a. design af miljø-relaterede markeder som fx et marked for grønne certifikater.

## Bioteknologi

### Konsekvensvurderinger af gensplejsede planter

Risø samarbejder med en række danske myndigheder om forskning i mulige konsekvenser ved at dyrke gensplejsede planter. Det sker i fælles projekter, som er finansieret af myndighederne og gennem myndighedernes deltagelse i styregrupper for Risøs programforskning, blandt SMP. Projekterne har fx omfattet en rapport om spontane krydsninger mellem de 50 vigtigste danske landbrugsplanter og deres beslægtede vilde arter, samt eksperimentel analyse af formeringsevnen hos agerkål (*Brassica rapa*) med transgener overført fra raps (*B. napus*) ved krydsninger. I øjeblikket undersøges det, om gene-

tisk modificerede græsser vil sprede sig via plantedele. Da man hos flere forskellige typer af genetisk modificerede afgrøder søger at hindre blomsterdannelse, for at indsatte transgener ikke skal spredes med pollen eller frø, er det vigtigt at vide, om planterne derved får flere ressourcer til at sprede sig ved udløbere, knolde eller andre formeringsorganer. Risø bidrager desuden med faglige kommentarer i forbindelse med ansøgninger om EU-markedsføringer og nationale udsætninger af genetisk modificerede afgrøder.

### PAH i frugt og grønt fra tjæreforurenet jord

For Miljøstyrelsen, Københavns Kommune og Nordjyllands Amt og med VKI som projektleder, deltager Risø i et projekt om at bestemme en række PAH-forbindelser i frugt og grønsager dyrket på tjæreforurenet grunde. Af sundhedsmæssige årsager fraråder levnedsmiddelmyndighederne, at man spiser frugt og grønsager, der har været dyrket i jord forurenet med PAH-forbindelser. På Risø udvikles metoder, der kan belyse organiske stoffers biotilgængelighed i jorden, og vi udarbejder egentlige risikovurderinger. Risø er ene om at have dansk ekspertise i analyse af PAH-forbindelser i planter, og fagområdet er på det seneste blevet yderligere styrket ved iværksættelse af et ph.d.-projekt.

## Nuklear sikkerhed

### Isotoper udnyttes til kortlægning af forurening

Informationer om grundstoffernes isotopforhold kan føre direkte til kilden til bly-

BOYE KOCH



Humlebier klarer bestøvningen af raps og agerkålplanter i et af Risøs forsøg til afklaring af genspredning fra genmodificeret raps. Tv. tilses forsøget af seniorforsker Rikke Bagger Jørgensen og ph.d.-studerende Marina Johannessen. Th. fremstilles plantemateriale til analyserne af genspredningen af Marina Johannessen og laborant Bente Andersen.



BOYE KOCH



forureninger i miljøet eller vise, hvordan mennesker optager næringsstoffer fra kosten. Risø detektivudstyr til sporelementer, et HR-ICPMS-massespektrometer, er brugt til at bestemme isotopforhold af calcium, zink og jern i humane prøver, primært afføring og urin, med det formål at bestemme stoffernes optagelse gennem tarmen fra kosten. Dette arbejde er udført i samarbejde med Institut for Human Ernæring, KVL.

### RODOS - nyt værktøj til beredskab ved nukleare uheld

På det nukleare område blev et vigtigt nyt beredskabssystem afleveret i 99. Tjernobyl-ulykken i 86 startede udviklingen af varslings- og beredskabsstøttesystemet RODOS (Real-time On-line DecisiOn Support). Systemet er beregnet som beslutningsstøtte til beredskabsledelser i Europa i tilfælde af større nukleare uheld. Systemet kombinerer aktuelle data for vejforhold og radioaktiv forurening med modeller, der kan beregne forureningens spredning lokalt og på tværs af landegrænser. Risø har siden starten deltaget i det EU-støttede projekt, som er afsluttet i 99 i et samarbejde mellem 40 institutioner fra 20 lande. Risø har gennem EUs 4. rammeprogram stået for integrationen af et omfattende atmosfærisk spredningsmodul, MET-RODOS, i RODOS. I MET-RODOS er udvalgte atmosfæriske vind og spredningsmodeller, heriblandt Risø

RIMPUFF model, integreret med aktuelle on-line meteorologiske data i et UNIX-baseret system, hvorved modulet kan levere tidstro vindfelter samt atmosfæriske spredningsprognoser. Aktiviteten fortsætter nu bl.a. med at overføre og tilpasse spredningsmodulerne fra MET-RODOS til Beredskabsstyrelsens pc baserede beslutningsstøttesystem ARGOS-NT.

### Radon i danske huse

Risø bistår Statens Institut for Strålehygiejne med kortlægning af radonniveauerne i danske boliger. Der er gennemført målinger i mere end 3000 huse, jævnt fordelt over hele landet. Projektet afsluttes i begyndelsen af år 2000.

### Thule

Risø har i 99 afsluttet analysen af de prøver, der blev indsamlet ved de seneste undersøgelser i Thule i 97. Resultaterne viser, at plutonium i sedimentet fortsat er tilgængeligt, idet de øverste sedimentlag hele tiden blandes af den rige bundfauna. Overførslen af plutonium til bunddyrene er dog ringe: plutonium koncentrationen i de undersøgte dyregrupper er 10 - 100 gange lavere end i sedimentet.

Plutonium 240/239 isotopforhold i forholdsvist stærke prøver fra bl.a. Thule er analyseret med Risø detektionsudstyr til sporelementer, et HR-ICPMS-massespektrometer. Det er også brugt til analyser af den radioaktive isotop neptunium-237 i



BOYE KOCH

Med et HR-ICPMS massespektrometer kan man undersøge forholdet mellem forskellige isotoper af et grundstof. Det kan benyttes til fx. kortlægning af forurening, her udfører seniorforsker Stefan Stürup kemisk analyse på instrumentet.

havvand fra Kattegat. Neptunium-237 bruges bl.a. som sporstof til kortlægning af havstrømme.

### Oprensning efter kemiske og nukleare ulykker

I 99 er der udviklet en metode til at vælge den bedste strategi for oprensning af områder, der er radioaktivt og kemisk forurenede. Arbejdet er udført som et EU-projekt i samarbejde med fire andre forskningsinstitutioner. Befolkningens eksponering, den fysisk-kemiske form af forureningen, effektiviteten af oprensningsmetoden samt økonomiske og sociale faktorer indgår i optimeringen.

BOYE KOCH



Frugt og grønt dyrket på tjæreforurenet jord kan indeholde sundhedsskadelige PAH-forbindelser. Risø er det eneste sted i Danmark, hvor man kan analysere for PAH i planter, her udføres sådan en analyse af forsker Gerda Krog Mortensen.



BOYE KOCH

Analyse af sporelementer med massespektrometri foregår i et rent rum for at sikre, at de følsomme analyser ikke ødelægges af tilfældigt støv og snavs i rummet. Det indebærer blandt andet omklædning, inden man træder ind i rummet. Her er laborant Jette Bruun Nielsen ved at forberede en prøve til analyse.



## Regnskab

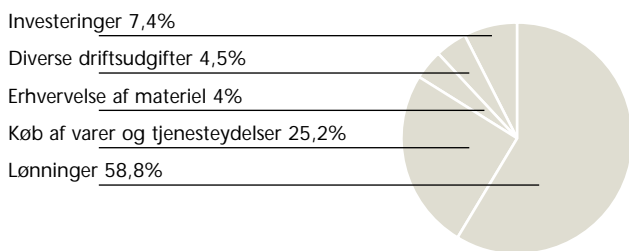
Resultatopgørelse for statsvirksomheden Risø				
Mill. kr. i løbende priser (ekskl. moms)	Regnskab 1998	Regnskab 1999	Budget 2000	Noter
Finanslovbevilling til drifts- og anlægsudgifter (korrigeret netttotal)	262,8	264,3	267,5	
Kontraktvirksomhed	235,3	244,9	261,1	
<b>Indtægter i alt</b>	<b>498,1</b>	<b>509,2</b>	<b>528,6</b>	
Lønninger	283,9	290,5	307,4	
Øvrige driftsudgifter:	173,5	180,3	175,9	1
Anlægsudgifter	46,4	38,0	48,2	2
	-	-		
<b>Udgifter i alt</b>	<b>503,8</b>	<b>508,8</b>	<b>531,6</b>	
<b>Resultat (at overføre til efterfølgende år)</b>	<b>- 5,7</b>	<b>0,3</b>	<b>- 2,9</b>	

1. Der blev i 1999 afsendt to ladninger brugt reaktorbrændsel mod normalt én. Eksklusiv reaktorbrændsel var niveauet for øvrige driftsudgifter uændret i 1999.

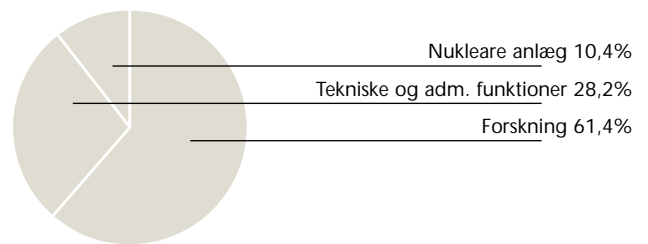
2. Heraf var 8,2 mill. kr. anlægsudgifter i statsregnskabet for 1999.

Halden-projekt (lovbunden)				
Finanslovbevilling	1,6	2,1	2,1	
Tilskud	1,5	1,3	1,6	
<b>Resultat (kan ikke overføres til efterfølgende år)</b>	<b>0,1</b>	<b>0,8</b>	<b>0,5</b>	

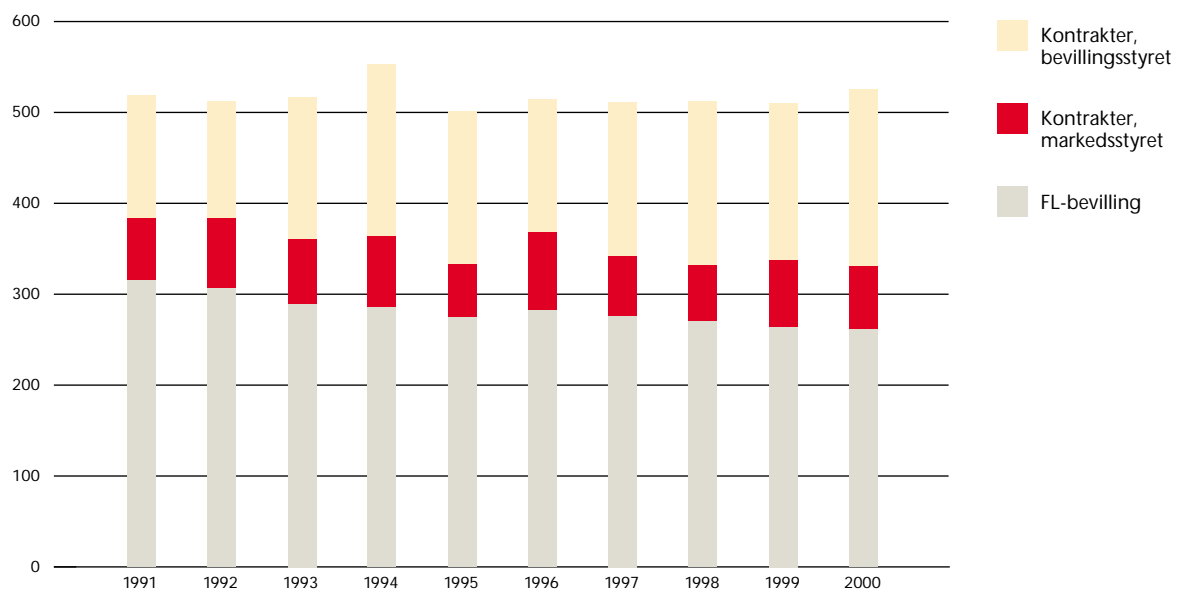
### Udgifter i 1999 i procent



### Udgifter i 1999 fordelt på områder



### Indtægtsudvikling (1999-prisniveau, mill. kr.)



Balance ultimo december			
Mill. kr. i løbende priser	Regnskab 1998	Regnskab 1999	Noter
<b>Aktiver</b>			
Materielle anlægsaktiver	231,7	227,7	1
Omsætningsaktiver			
- Likvide beholdninger	2,6	35,1	2
- Tilgodehavender	94,5	115,6	3
<b>Aktiver i alt</b>	<b>328,8</b>	<b>378,4</b>	
<b>Passiver</b>			
Statens finansiering af Risøs virksomhed:			
- Statskassens finansiering af anlæg	231,7	227,7	
- Akkumuleret driftsresultat	14,0	14,3	
- Statskassens finansiering af aktiver i øvrigt	53,3	77,6	2
Kortfristet gæld	29,8	58,8	4
<b>Passiver i alt</b>	<b>328,8</b>	<b>378,4</b>	

1. Bogført værdi af anlægsaktiver ultimo 1999. Beløbet er en akkumulering af byggeri, anskaffelser og frasalg med fradrag af afskrivninger. Afskrivninger foretages lineært med 5 % af den akkumulerede saldo i.h.t. Budgetvejledningen. Til sammenligning er Risøs ejendomme vurderet til 385,4 mill. kr. ved den offentlige vurdering i 1999. Maskiner og inventar indgår som hovedregel ikke i den bogførte værdi af anlægsaktiverne.
2. Opgørelsen af likvide beholdninger er ændret i balancen for 1999, idet Risøs mellemværende med staten opgøres på en konto i Nationalbanken, der er rentebærende i henhold til reglerne om selvstændig likviditet. Saldoen på denne konto var pr. 31.12.1999 30,6 mill. kr. Som følge af ordningen om selvstændig likviditet indgår denne saldo også i balancen som en del af statens finansiering af aktiver i øvrigt.
3. Heraf udgjorde afholdte udgifter, der faktureres i det efterfølgende finansår (EU-projekter o. lign.), 38,6 mill. kr. i 1999 mod 35,1 mill. kr. i 1998.
4. Det forholdsvis store udsving fra 1998 til 1999 skyldes især øgede indbetalinger vedrørende varer og tjenesteydelser til senere levering, som udgjorde i alt 28,3 mill. kr. i 1999 mod 12,0 mill. kr. i 1998.

## Grønt regnskab

Risøs grønne regnskab indeholder oplysninger om Risøs overholdelse af lovgivningen og godkendelser inden for sikkerhedsområdet (ydre miljø, arbejdsmiljø, sundhed, nuklear sikkerhed og strålingsbeskyttelse), om væsentlige forbrug af ressourcer, udledning til omgivelser og påvirkninger af medarbejderne; som noget nyt er der i 99 medtaget sygefravær.

Risøs grønne regnskab har siden 96 været en del af Risøs årsberetning med det formål at redegøre for Risøs sikkerhedsmæssige forhold til det omgivende samfund. I 99 er disse oplysninger blevet suppleret med websiderne Miljø & Sikkerhed, hvor der løbende offentliggøres sager af betydning for Risøs sikkerhedsforhold.

Det er Risøs strategi, at sikkerhedsarbejdet skal være forebyggende, og at sikkerheden indgår som en naturlig del af det daglige arbejde, samt at der er en klar sammenhæng mellem ledelsesansvar og ansvar for sikkerheden. På Risø foretages således en årlig revision af Arbejdspladsvurdering (APV), hvor større forbedringer indarbejdes i planlægningsgrundlaget. Sikkerhedsarbejdet i den enkelte afdeling indgår som en fast del af den årlige vurdering af afdelingernes resultater. I 98 og 99 er der udarbejdet en tilsynsrapport for hele Risø og for hver afdeling.

Risøs udledning til omgivelserne og påvirkningerne af medarbejderne ligger stort set under de fastsatte grænser eller typiske værdier. På nogle områder er der i forhold til 98 sket forbedringer og på andre forringelser.

Sikkerhedsniveauet på Risø er generelt godt, men i overensstemmelse med Risøs sikkerhedspolitik tilstræbes en løbende forbedring.

### Risøs grønne regnskab

Miljøtal for statsvirksomheden Risø	Miljøtal 1998	Miljøtal 1999	Risø 1999	Grænseværdi eller typiske værdier <sup>a</sup>
<b>Påbud mv.</b>				
Påbud fra miljømyndighederne	0	0		
Henstillinger fra miljømyndighederne	0	0		
Påbud fra Arbejdstilsynet	0	0		
Vejledninger fra Arbejdstilsynet	4	1		
Grænseværdioverskridelser i spildevand	0	0		
Overtrædelser af "Betingelser for drift af nukleare anlæg"	4	5		
Specielle rapporteringer for de nukleare anlæg	1	3		
<b>Risici/Sundhed og sikkerhed</b>				
Sygefravær <sup>b</sup> (fraværskdage)	6,0	5,0		7,1 Fraværskdage <sup>c</sup>
Interne ulykkesrapporter	16	17		
Skader behandlet hos Risø-BST <sup>d</sup>	58	35		
Anmeldte arbejdsulykker til Arbejdstilsynet	6	9	10 pr 1.000 <sup>e</sup>	9 pr 1.000 <sup>f</sup>
Anmeldte arbejdsulykker til Arbejdsskadestyrelsen <sup>g</sup>	1	6		
Brandalarmer	17	9		
Brande/tilløb til brande	4	4		
Maksimal individuel effektiv dosis <sup>h</sup> (mSv)	9,9	7,4	7,4 mSv	20 mSv <sup>i</sup>
Årlig kollektiv, effektiv dosis <sup>j</sup> (person-mSv)	159,3	169,7		
<b>Forbrug</b>				
Vandforbrug (m <sup>3</sup> )	69.839	63.822	67 m <sup>3</sup> /PE	62 m <sup>3</sup> /PE <sup>k</sup>
Elforbrug (MWh)	11.884	11.613	111 kWh/m <sup>2</sup> <sup>l</sup>	78 kWh/m <sup>2</sup> <sup>m</sup>
Varmeforbrug (MWh)	12.465	11.138	168 kWh/m <sup>2</sup>	176 kWh/m <sup>2</sup> <sup>n</sup>
Naturgasforbrug <sup>o</sup> (m <sup>3</sup> )	1.733.257	1.750.439		
Kølemidler <sup>p</sup> (kg)	220	212		
<b>Luftemissioner</b>				
<sup>41</sup> Argon (fra DR3) (GBq)	24.500	16.000	0,7 µSv/år <sup>r</sup>	200 µSv/år <sup>s</sup>
Tritium (tritieret vanddamp fra DR3) (GBq)	3.980	16.000 <sup>q</sup>		
Iod (GBq)	Negligeabel	Negligeabel		
<sup>14</sup> C-kuldioxid (fra Behandlingsstationen) (GBq)	11	4		
Partikulært B-aktivitet (GBq)	Negligeabel	Negligeabel		
<b>Spildevand mm.</b>				
Spildevand (m <sup>3</sup> )	52.200	55.000	55.000 m <sup>3</sup>	182.500 m <sup>3</sup> <sup>t</sup>
Kemisk iltforbrug, COD (kg)	1.644	1.716	31,2 mg/l	
Biokemisk iltforbrug, BI <sub>5</sub> (kg)	131	160	2,9 -	15 mg/l
Suspenderet stof (kg)	277	242	4,4 -	20 -
Totalkvælstof (kg)	277	215	3,9 -	6 -
Totalfosfor (kg)	99	121	2,2 -	
pH	8,0	8,0	8,0	6,5-8,5
Bundfald (ml/l)	0,1	0,1	0,1 ml/l	0,5 ml/l <sup>u</sup>
Tungmetaller <sup>v</sup> (kg)	7,2	3,5		
Heraf udgør zink (kg)	6,2	3,2	58 µg/l	1.000 µg/l
Tritium med det destillerede aktive spildevand (GBq)	4.200	30.100 <sup>q</sup>	30.100 GBq	36.500 GBq <sup>w</sup>
Tritium i sekundært kølevand fra DR3 (GBq)	99	77	3,3 kBq/ml	370 Bq/ml
Uspecifik B-aktivitet i renset spildevand <sup>x</sup> (GBq)	0,077	0,055	0,0015 Bq/ml	0,15 Bq/ml
<b>Spildevandsslam</b>				
Slammængde (tons)	6	11		
Tungmetaller <sup>y</sup> (g)	14.000	17.500		
Heraf udgør: Kviksølv (g)	29	57	5 mg/kg	0,8 mg/kg <sup>z</sup>
Cadmium (g)	51	57	5 -	0,8 -
Nikkel (g)	137	285	25 -	30 -
Bly (g)	371	422	37 -	120 -
Kobber (g)	2.240	3.110	273 -	1.000 -
Zink (g)	5.790	7.830	687 -	4.000 -
Uran (g)	51	57	5	2-10 -
<b>Affald</b>				
Affald til deponering uden for Risø (tons)	164	133		
Heraf udgør: Dagrenovation (tons)	79	77		
Blandet affald (tons)	80	50		
Kemisk affald <sup>aa</sup> (tons)	6	6		
Affald til genbrug (tons)	65	78		
Heraf udgør: Genbrugspapir og pap (tons)	19	31		
Metalskrot (tons)	35	45		
Affald til deponering på Risø (tons)	3	9		
Risøs eget lavaktivt affald <sup>bb</sup> (tons)	5 <sup>cc</sup>	6		
Lavaktivt affald fra andre steder i Danmark <sup>bb</sup> (tons)	3	2		

## Noter

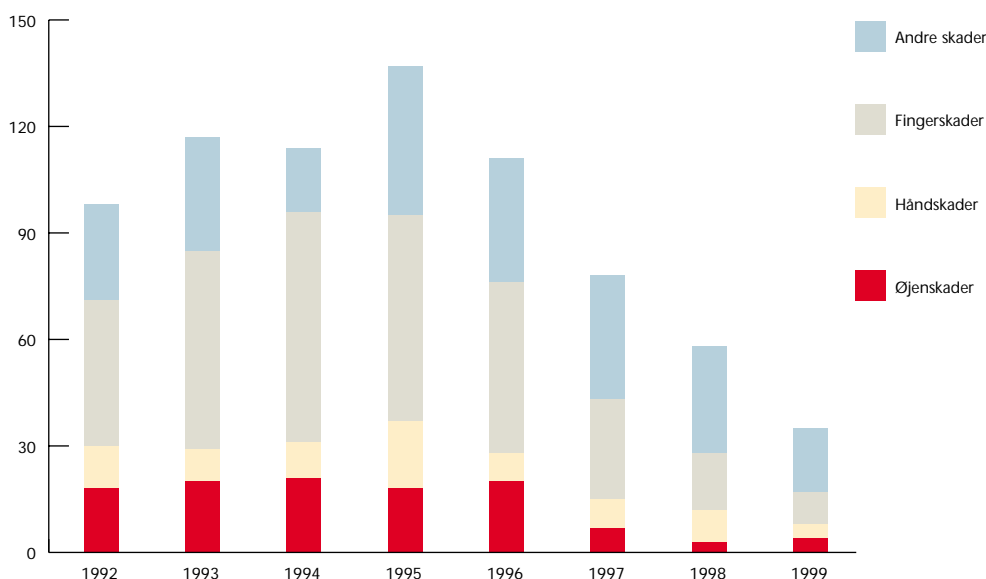
- a Hvis Risøs godkendelser indeholder grænseværdier, er disse noteret. På nogle felter findes der ikke nogle grænseværdier. Til sammenligning er der i det omfang, det er muligt, angivet gennemsnitsværdier, som er karakteristiske for tilsvarende områder/felter. Sådanne gennemsnitsværdier er i kursiv.
- b Sygefraværet er inkl. fravær pga. læge/tandlægebesøg og arbejdsskader, ekskl. barn første sygedag.
- c Gennemsnitligt antal fraværdsdage for udvalgte sektorforskningsinstitutioner inkl. KVL.
- d Antallet af skader er, som tidligere år, opgjørt som alle skader, der bliver behandlet af Risøs BST, dvs. udover Risøs egne medarbejdere også DMU, gæster og fremmede håndværkere.
- e Pr. 1.000 årsværk.
- f Pr. 1.000 ansatte i forskning og udvikling inden for naturvidenskab og teknik. For undervisning og forskning som helhed 10 ulykker/1.000 ansatte.  
Kilde: *Anmeldte arbejdsskader. Årsopgørelse 1996. AT-rapport nr. 2.*
- g Antallet af anmeldelser foretaget via Risø, dvs. at anmeldelser foretaget af andre instanser (f.eks. praktiserende læger/hospitaler) indgår ikke.
- h Maksimal individuel effektiv dosis: Den individuelle effektive dosis er defineret som summen af ækvivalent dosis til de enkelte organer ganget med deres respektive væsvægtfaktorer. Den maksimale individuelle effektive dosis svarer til den maksimale dosis, som en enkelt medarbejder har modtaget.
- i Strålingsbeskyttelse: Inden for strålingsbeskyttelsen anvendes dosisbegrænsningsprincippet, som siger, at doser fra erhvervsmæssig strålingsudsættelse skal holdes

- så lave, som det med rimelighed kan opnås, og at doser ikke må overskride de af myndighederne fastsatte dosisgrænser.
- j Den kollektive dosis til Risøs medarbejdere er defineret som summen af alle individuelle (effektive) doser. I 99 er der målt på 710 medarbejdere.
- k Roskilde Kommunes spildevandsplan fra 88.
- l I det arealmæssige elforbrug er DR3 og RERAF ikke medregnet, da disse forbrug er særlige for Risø.
- m Det gennemsnitlige arealmæssige elforbrug for undervisning og forskning. For kontor og handel er elforbruget 51 kWh/m<sup>2</sup> (Energistyrelsen, 1999).
- n Det gennemsnitlige arealmæssige varmemeforbrug for undervisning og forskning. For kontor og handel er varmemeforbruget 113 kWh/m<sup>2</sup> (Energistyrelsen, 1999).
- o Hovedparten af naturgassen bliver brugt til fremstilling af varme og el til Risø, DMU og de øvrige institutioner på Risøs område.
- p Opgørelse over forbrug af fuldt og delvist halogenerede kulbrinter, der anvendes til køleformål. I 99 blev der i alt brugt ca. 10 kg freon 12, ca. 120 kg freon 22 og 75 kg HFC 404a.
- q Ekstraordinært stort pga. utæthed på DR3.
- r Doserne fra udslip af tritium, argon og iod er effektive doser til en fiktiv person, der opholder sig ved Risøs hegn på samme sted hele året.
- s Det maksimale bidrag fra virksomheder som Risø er foreslået af forskellige nationale myndigheder til mellem 100-300 µSv/år.
- t Grænseværdien er beregnet ud fra den mængde spildevand, der må udledes pr. døgn i tørvejr.
- u Vejledende krav for, hvor meget bundfældeligt stof der

må være efter 2 timers henstand.

- v Det samlede indhold af tungmetaller, som Risø analyserer spildevandet for. Der analyseres for bly, cadmium, kobber, zink og uran. (Tungmetal: Metal med vægtfylde over 5 g/cm<sup>3</sup>).
- w Værdien er 10 gange gennemsnitsværdien af målingerne siden 95. Risø skal rapportere til myndighederne, hvis størrelsen er 10 gange gennemsnitsværdien.
- x Uspecifik B-aktivitet: Total aktivitet for ikke-specificerede isotoper.
- y Det samlede indhold af tungmetaller, som Risø analyserer slammet for. Der analyseres for arsen, bly, cadmium, chrom, cobolt, kobber, kviksølv, lanthan, mangan, nikkel, praseodym, zink, thorium og uran.
- z Grænseværdierne for indhold af tungmetaller i slam er gældende, hvis slammet skal anbringes på jord, der skal anvendes til landbrugsmæssige formål. Risøs slam anvendes p.t. ikke til dette formål, men deponeres på Risøs kontrollerede losseplads.
- aa I de seneste år er der foretaget en oprydning i Risøs kemikaliebeholdning. Derfor er den kemikaliemængde, der sendes til Kommunekemi, fortsat højere end normalt.
- bb Det lavaktive affald, der deponeres midlertidigt på Risø, stammer dels fra Risøs egen aktivitet og dels fra det øvrige Danmark, hvorfra Risø er forpligtet til at modtage kasserede radioaktive isotoper. Lavaktivt affald defineres på Risø som radioaktivt affald, hvorfra dosishastigheden i 1 m afstand fra affaldsbeholderens overflade ikke overskrider 5 mSv/h.
- cc Tallet for 98 er ændret i forhold til Risø årsrapport 98 pga. indtastningsfejl.

**Skader, behandlet på Risøs BST, fordelt på skadetyper.**  
Der er sket et kraftigt fald siden 1996.





Risøs miljølter er angivet for 98 og 99. Der er angivet grænseværdier eller typiske referenceværdier, således at Risøs niveauer kan vurderes i forhold til disse.

I forhold til krav på det nukleare sikkerhedsområde er der sket en stigning i antallet af overtrædelser af "Betingelser for drift" i 98 og 99. Risø har rettet op på disse, og afvigelserne har været uden alvorlige sikkerhedsmæssige konsekvenser. Risø har gennemført flere initiativer for at vende udviklingen, f.eks. er der sket en forbedring af instruksystemet, og der er blevet foretaget en undersøgelse af affaldsstrømmene af det radioaktive affald. For yderligere forbedring af den nukleare sikkerhedskultur vil Risø i 2000 tage initiativer på dette område.

Antallet af skader behandlet på Risøs BST er fortsat faldende, medens det samme ikke er tilfældet for antallet af arbejdsulykker anmeldt til Arbejdstilsynet. Risø vil i 2000 undersøge antallet af anmeldte arbejdsulykker nærmere. Risø har udvidet sin forebyggende sundhedsindsats ved at samarbejde med Roskilde Amts forebyggelsesråd om rygscole for medarbejderne.

Efter en rapport om brandsikkerheden på DR3 har Risø igangsat en række brandhygiejniske forbedringer. Risø vil desuden

sætte fokus på forebyggelse af brand ved en årlig gennemgang ved hjælp af Dansk Brandteknisk Institut.

Antallet af brandalarmer har været faldende i de sidste fire år. De 4 brande/tilfælde til brande, der har været i 99, har ikke givet anledning til større skader eller større økonomiske tab.

Der er en lille stigning i den kollektive strålingsdosis i forhold til 98, men niveauet er fortsat lavt i forhold til tidligere år. Et fald i den maksimale indviddosis i 99 skyldes et konkret tiltag.

Risø har løbende taget initiativer til energibesparende foranstaltninger. Det har betydet, at selv om der er taget energikrævende anlæg i brug er elforbruget forblevet konstant. Det arealmæssige elforbrug, beregnet uden de særlige energiforbrugende anlæg, er fortsat højere end sammenligningstallet.

I 99 har der været en væsentlig større mængde spildevandsslam. Dette skyldes en øget belastning til anlægget af organisk stof og næringssalte. Samtidig produceres der mere slam end tidligere, efter at biologisk kvælstoffjernelse blev taget i brug i slutningen af 97. Denne ombygning resulterede ligeledes i et reduceret udslip af opløseligt organisk stof og

suspenderet stof med det rensede spildevand. Risøs spildevandsslam indeholder stadig for høje koncentrationer af bl.a. tungmetallerne kviksølv og cadmium til, at det kan udlægges på landbrugsjord. Risøs slam anvendes ikke til dette formål, men deponeres på Risøs kontrollerede losseplads.

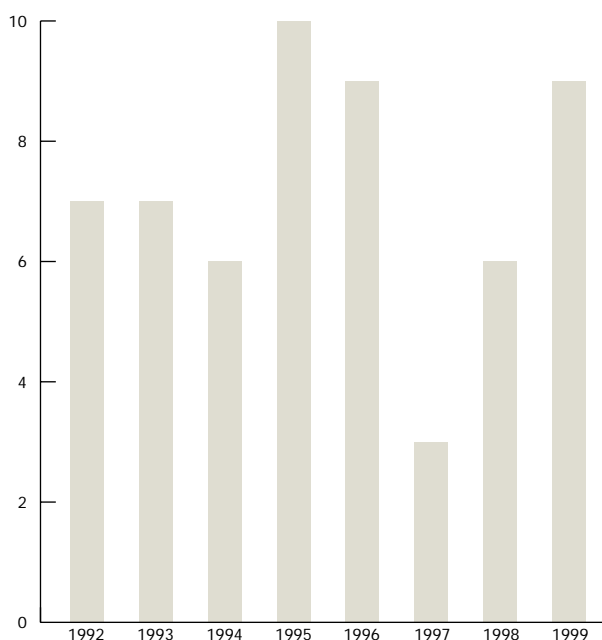
I 99 har der været et unormalt højt udslip af tritium både som luftemission og med spildevandet. Udslippene skyldes en fejlhåndtering af vand fra en ionbytter og en læk i et drænrør i DR3. I den anledning blev reaktoren lukket ned for reparation. Det forhøjede tritiumniveau gav ikke anledning til overskridelse af fastsatte niveauer for udslip.

Da myndighederne generelt er begyndt at fokusere på virksomheders affaldshåndtering har Risø i år valgt at udspecificere affaldstyperne.

I 99 har Risø med hensyn til grønne indkøb stort set nået de mål, der blev sat for papir, edb og forskningsapparat. På edb-siden var Risøs mål, at 85 % af de indkøbte pc'er skulle opfylde Risøs miljøspecifikationer. 87 % af de indkøbte pc'er opfylder disse miljøkrav.

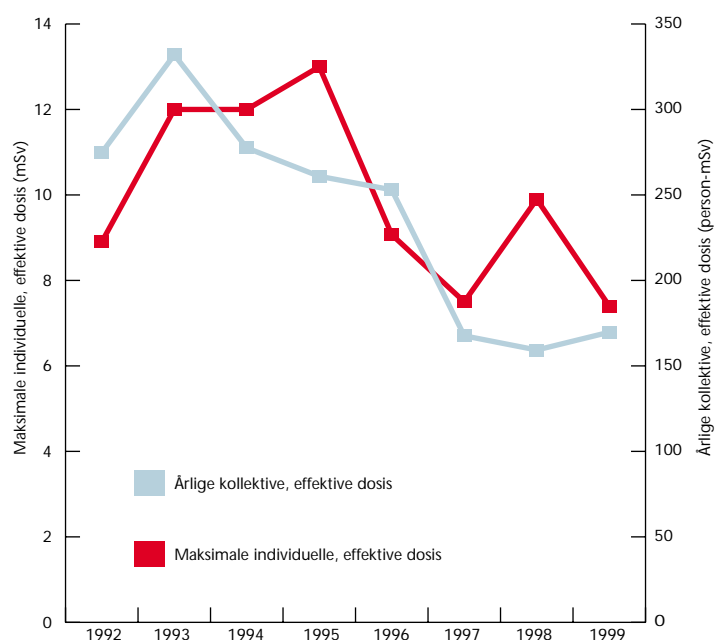
#### Arbejdsulykker

Anmeldte arbejdsulykker til Arbejdstilsynet.



#### Individuel og kollektiv dosis

Den maksimale individuelle, effektive dosis og den årlige kollektive dosis for hele Risø.



## Medarbejdere og ledelse

### Organisation og personale

Risø personalepolitik består af en række temaer og værktøjer, der løbende udvikles og evalueres. I 99 har der bl.a. været sat fokus på ligestillingsområdet. Der er enighed om, at "matematisk" ligelig repræsentation af mænd og kvinder ikke er et mål i sig selv, men at en afbalanceret sammensætning af mænd og kvinder giver større kvalitet i opgavevaretagelsen og et bedre samarbejdsklima. På denne baggrund vedtog HSU en aktionsplan, der skal fremme ligestillingen på Risø.

### Distancearbejde

I 99 drøftede man i forskellige fora distancearbejde. Konklusionen på drøftelserne blev, at der ikke er et nævneværdigt behov for distancearbejde på Risø. Mulighederne for at arbejde hjemme ad hoc og efter behov anvendes i stor udstrækning, hvorfor behovet for egentlige aftaler om distancearbejde er begrænset.

I 99 blev der også været sat fokus på temaer som medarbejderudviklingssamtaler, Risø seniorpolitik og det rummelige arbejdsmarked.

### Resultatkontrakter for chefer

Hele chefgruppen fik i 99 tilbudt en resultatkontrakt. Kontrakterne sætter ikke blot fokus på ledernes evne til at skabe faglige resultater, men også evne til forsknings- og personaleledelse samt evnen til at samarbejde på tværs af Risø's afdelinger og evnen til at markere sig udadtil.

### Ny AC-løn

På baggrund af en færdigformuleret lønpolitik gennemførtes for 2. gang forhand-

linger om ny AC-løn. I forbindelse med MUS-samtalerne drøfter medarbejderen og den nærmeste chef løn og det fulde ansvar og kompetencen til at forhandle løn er decentraliseret. Det har Risø gode erfaringer med.

### Efteruddannelse

Risø gennemfører en målrettet indsats for at efteruddanne såvel chefer som andre medarbejdere. Tilbud om efter- og videreuddannelse gives dels gennem Risø's eget uddannelsesprogram, og dels gennem brug af eksterne kursusudbud. Hovedsigtet med Risø's interne uddannelseskatalog er at tilbyde uddannelse, som særligt er målrettet og udviklet til Risø's medarbejdere.

### Kursus i salg af forskning

I 99 gennemførtes projektet "Salg af forskning til erhvervslivet", som modtog støtte fra udviklings- og omstillingsfonden. Projektet har til formål at understøtte målet i resultatkontrakten med Forskningsministeriet om øgede indtægter fra dansk erhvervsliv.

Ifølge resultatkontrakten med Forskningsministeriet skal der ske en intensivt markedsføring af patenter samt udvikling af patent- og licenssamarbejdet med erhvervslivet. På denne baggrund udviklede og gennemførte personalekontoret 2 kurser om patentering og patenteringsforløb.

### Hjemmeuddannelse

En stor del af Risø's medarbejdere arbejder dagligt med IT, men ofte med specifikke anvendelser inden for afgrænsede områ-

der. Det fulde udbytte af den ny teknologiske muligheder opnås kun ved at sikre, at alle medarbejdere har en grundlæggende IT-kompetence.

Det er baggrunden for, at Risø i 99 igangsatte et projekt om hjemmeuddannelsespladser. 166 medarbejdere er p.t. i færd med at tage et pc-kørekort. 100 af disse medarbejdere har fået stillet en pc og printer til rådighed hjemme i 1½ år. Projektet fortsætter således i 2000.

### Priser modtaget i 99:

Seniorforsker Jørgen T. Rheinländer, Afdelingen for Materialeforskning, har modtaget Dansk Svejseteknisk Landsforenings Jubilæumspris.

Cand.scient. Peter Halvor Larsen, Afdelingen for Materialeforskning, har modtaget "The Glass Sellers Award in Science and Technology 99" i London. Peter Halvor Larsen har desuden modtaget Fosters Research Prize, University of Sheffield.

Dr.techn. Dorte Juul Jensen, Afdelingen for Materialeforskning, har modtaget Statoil prisen 99.

Maskinlærling Casper Hammershøj Olsen og maskinlærling Jesper Nilsson, Afdelingen for Materialeforskning, har modtaget The Metalworkers Medal.

Civilingeniør, lic.techn. Søren E. Larsen, Afdelingen for Vindenergi og Atmosfærefysik, er udnævnt til adjungeret professor ved Københavns Universitet.

### Personale 1997 - 2000

(årsværk)

	A-medarbejdere				Ph.d'er og post docs				Andre medarbejdere				Medarbejdere total			
	1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	2000	1997	1998	1999	2000
Programområder	259	262	270	291	104	103	120	128	177	195	188	185	540	560	577	604
Heraf: chefer	44	42	42	42									44	42	42	42
seniorforskere	125	142	138	143									125	142	138	143
forskere	24	35	48	53									24	35	48	53
andet vid.sk. personale	66	43	42	53									66	43	42	53
Ph.d.					55	57	65	67					55	57	65	67
post doc					49	46	54	61					49	46	54	61
Tekn./adm. opgaveområder	71	65	53	53					170	135	131	127	241	200	184	180
Nukleare anlæg	12	13	13	12					70	64	65	65	82	77	78	77
Elever, lærlinge etc.									36	26	27	28	36	26	27	28
I alt	342	340	335	356	104	103	120	128	453	420	411	405	899	863	866	889

**Organisation og ledelse***Bestyrelse*

Adm. direktør Jørgen Mads Clausen  
Danfoss A/S  
Formand fra 1. januar 2000

Professor, dr.med. Ulrik V. Lassen  
Novo Nordisk Fonden  
Formand til 31. december 99

Direktør Poul Skovgaard  
Næstformand fra 1. oktober 99

Kommitteret Inge Thygesen  
Finansministeriet  
Næstformand til 30. september 99

Adm. overlæge, dr.med.  
Per Buch Andreasen  
Københavns Amtssygehus,  
Gentofte

Adjungeret professor  
Kurt Nørgaard Clausen, lic.techn.  
Programleder, Forskningscenter Risø  
Valgt af Risøs medarbejdere

Prorektor, professor Knut Conradsen  
DTU

Sekretariatschef Jørgen Elikofer  
Dansk Metal

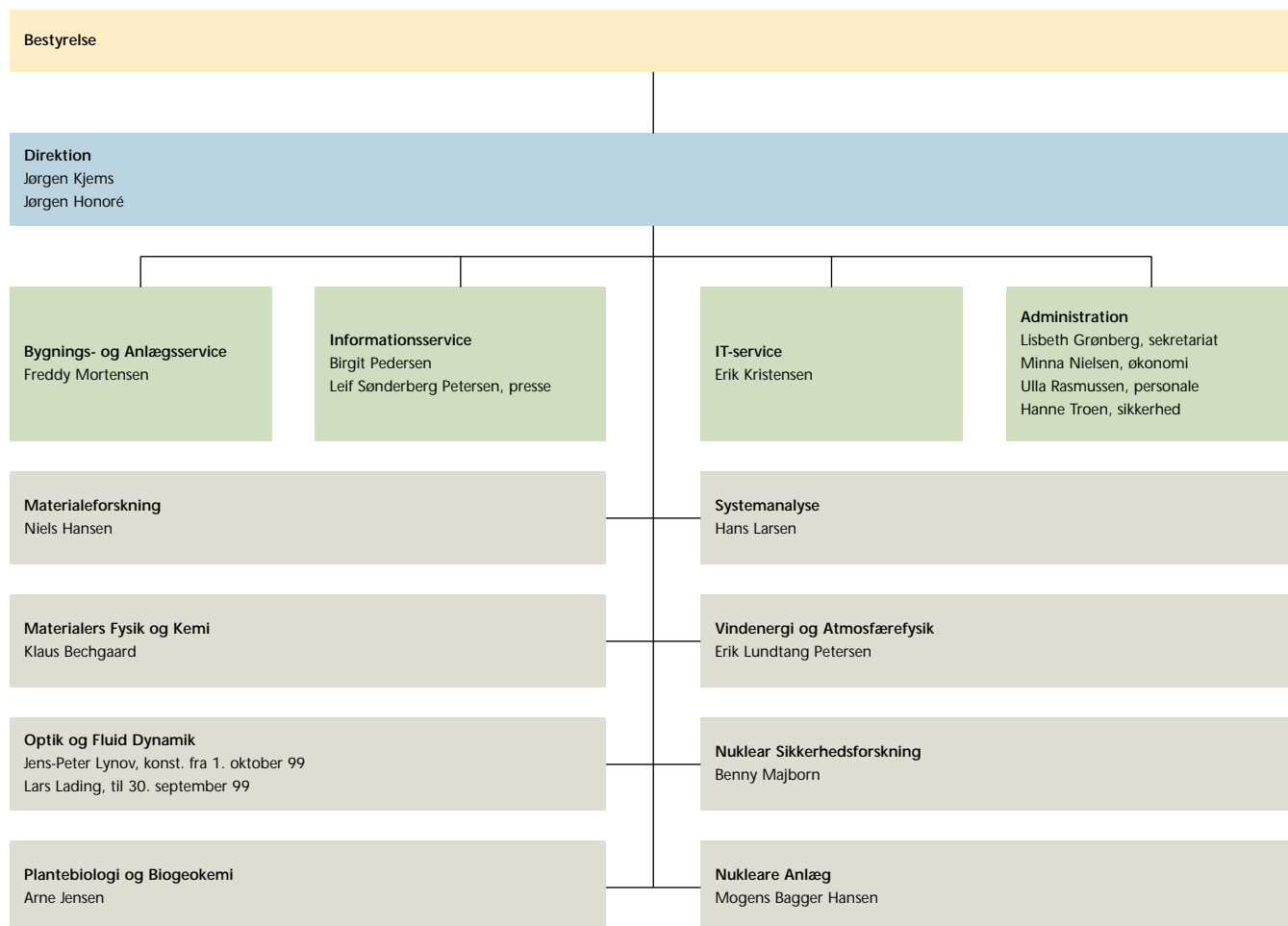
Direktør Agnete Gersing  
Statens Jordbrugs- og Fiskeriøkonomiske  
Institut  
Fra 1. oktober 99

Forskningstekniker Jens Olsson  
Forskningscenter Risø  
Valgt af Risøs medarbejdere

Udviklingschef Birte Skands  
VIKAS A/S

Afdelingschef Annette Toft  
Landbrugsrådet  
Fra 1. februar 2000

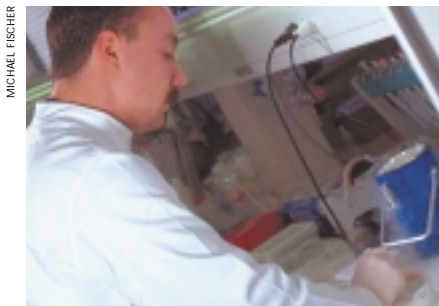
*Bestyrelsens sekretær*  
Sekretariatschef  
Cand.jur. Lisbeth Grønberg

*Organisation*

Administrationsafdelingen og Afdelingen for Nukleare Anlæg er oprettet ved organisationsændring pr. 1. januar 2000

## Eksperimentelle faciliteter

*Risøs store eksperimentelle faciliteter stiller særlige muligheder til rådighed for dansk naturvidenskabelig og teknisk-videnskabelig forskning og katalyserer internationalt, tværvideenskabeligt samarbejde.*



Ph.d.-studerende Jock Nielsen undersøger på det genetiske niveau hvordan svampen mykorrhiza kan transportere fosfor til planter og dermed medvirke til at spare kunstgødning.

### Forskningsreaktor DR3

Neutronstrålingen fra Forskningsreaktor DR3 bruges til mange formål, hvoraf en del er omtalt ovenfor i beretningen. I samarbejde med Studsvik i Sverige gennemføres desuden TMR-programmet, som har til formål at stille de to institutioners neutronspredningsfaciliteter til rådighed for europæiske forskere. Programmet støttes af EU frem til midten af 2003. Forskningsreaktor DR3 er hvert fjerde år nedlukket i en lang samlet periode på 6-7 uger for hovedinspektion. Dette skulle efter planen foregå i 2000, men på grund af reparation af et utæt drænrør i DR3s reaktortank blev denne lange nedlukning fremrykket til december 99.

### RERAF

I RERAF er der gennemført flere projekter med forøget CO<sub>2</sub> i luften, hvilket i forskelligt omfang stimulerer planter vækst. Udnyttelsen af CO<sub>2</sub> kan også være afhængig af planternes rodudvikling og samspillet med symbionter, fx svampe (mykorrhiza), som forøger planternes næringsstofoptagelse. Forsøg viser, at planternes vækst har været begrænset af kulstof og ikke af næringsstoffer. Det betyder at CO<sub>2</sub> stimulerer væksten. Planter med mykorrhiza er i stand til at assimilere og udnytte den ekstra kulstofmængde bedre til vækst end planter uden mykorrhiza, men mekanismerne bag den forøgede kulstofassimilation og udnyttelse er endnu ikke belyst.

Afkomsplanter fra markforsøg og naturlige populationer er dyrket i RERAF og de analyserede planter vil kunne bruges til at vurdere, hvor meget gener spredes fra raps (*Brassica napus*) til agerkål (*B. rapa*) under forskellige former for landbrugspraksis. Genspredning fra transplastomisk (planter med transgener indsat i chloroplast-DNA i stedet for kerne-DNA) raps til agerkål vil også blive bestemt. Det antages at genspredning fra transplastomisk raps ikke kan finde sted med pollen, men kun med frøet. Raps skal derfor fungere som hunplante ved hybridisering med agerkål, for at genspredning kan forekomme, og genspredningen bliver således et mere lokalt fænomen.

### Laboratorium for menneske/maskine interaktion

Samspillet mellem mennesker og maskiner kan undersøges i et helt nyt laboratorium, der er indrettet med nyt udstyr og moderne analysefaciliteter. Laboratoriet anvendes i forbindelse med evaluering og analyse af simulatorer, brugbarhed, menneske-maskinflader og arbejdsrutiner af enkeltpersoner og teams. Det nye laboratorium omfatter eye-tracking udstyr, som gør det muligt at registrere forsøgspersonens visuelle opmærksomhed. Endvidere er der et mobilt brugbarhedslaboratorium, som gør det muligt at gennemføre forsøg på alle mulige steder, fx i biler eller på skibsbroer.



I Risøs lukkede økologiske miniverden RERAF kan man udføre forsøg med fx gensplejsede planter under hermetisk lukkede forhold. På den måde får man grundlag for at vurdere risikoen for spredning af uønskede gener fra gensplejsede planter.



Ph.d.-studerende Lise Arleth benytter små-vinkel neutronspredningsinstrumentet på Risøs Forskningsreaktor DR3 til at undersøge forskellige biofysiske og fysisk-kemiske systemer.



## Samarbejde styrker Risøs virksomhed

*Dansk og internationalt samarbejde stimulerer strømmen af ny viden ind til Risø og videre ud til vore kunder og samarbejdspartnere. I løbet af 2000 vil der blive foretaget en midvejs-status med hovedvægt på dette tema. Her vil bl.a. indgå resultatet af en benchmarking af overførsel af teknologi fra store forskningsinstitutioner, der er ved at blive udført i EU-regi samt en målrettet brugerundersøgelse blandt Risøs kunder.*

### Samarbejde med virksomheder er gjort enklere

Der er i 99 identificeret 8 samarbejdsformer, som kan danne basis for at indlede nye samarbejder mellem virksomheder og Risø. Samarbejdsformerne er præsenteret i en ny brochure med titlen 2x4 muligheder for danske virksomheder. Brochuren blev i slutningen af 99 sendt ud til mere end 1000 danske virksomheder.

### Dansk Polymercenter

Som omtalt i indledningen er Risø og DTU gået sammen om etablering af Dansk Polymercenter.

### Center for miniaturisering af optiske sensorer

I 99 har Risø indgået en kontrakt om et treårigt Center for miniaturisering af optiske sensorer, støttet af Erhvervsfremme Styrelsen, sammen med DELTA, Teknologisk Institut, DTU og virksomhederne Dantec Measurement Technology A/S, IB-SEN Micro Structures A/S, Kamstrup A/S samt Radiometer Medical A/S.

### Styring og regulering af industrielle processer og systemer

Center for on-line, berøringsfri kontrol, styring og regulering af industrielle processer og systemer (BIPS), oprettet i samarbejde med FORCE Instituttet, DTU, Junckers Industrier A/S, Coloplast A/S, Banestyrelsen og Hammel Maskinfabrik A/S. Dette center er oprettet ved udgangen af 99 og modtager støtte fra Erhvervsfremme Styrelsen.

### Samarbejde om biomedicinsk optik

Risø og DTU har oprettet et fælles forskningsprogram under titlen Biomedicinsk optik (BIOP). Det nye samarbejde vil på kort sigt kunne udvikle helt nye biomedicinske anvendelser med moderne lasertechnologi, herunder 3D-afbildning af væv, nye metoder til diagnosticering af øjensygdomme og diabetes, samt nye biosensorer til koncentrationsmålinger af eksempelvis glukose og proteiner. I centret del-

tager også de danske universitetshospitaler Marselisborg og Herlev samt firmaerne Torsana A/S, Nordic Laser Systems A/S, Asah Medico A/S og IONAS A/S.

### Program for materialefysik på nano- og mikrometerskala

DTU og Risø har sammen oprettet forskningsprogrammet "Materialefysik på Nano- og Mikrometerskala". Det skal bringe materialeforskningen ned til nanometerskalaen. Forskningsprogrammet vil give nye udviklingsmuligheder for dansk industri og sikre en bedre udnyttelse af de to institutioners forsknings- og forsøgsfaciliteter. Samtidigt vil det være muligt at tilbyde forsker-, kandidat- og diplomuddannelse inden for det nye forskningsprogram.

### Center for overfladeanalyse

Ni danske virksomheder og flere forskningsinstitutioner er gået sammen med Risø om at oprette Center for Overflademetrologi og -funktionalitet. Centret, der i foreløbig tre år skal indgå i en lang række overfladeteknologiske udviklingsprojekter, støttes af Erhvervsfremme Styrelsen med 16,4 mio. kroner. De ni virksomheder bidrager med i alt 21 mio. kroner. Centret skal arbejde med udvikling af avancerede målemetoder til kvantificering af industrielle overfladers kemiske, fysiske og tribologiske egenskaber med henblik på at forbedre materialernes funktionelle egenskaber, fx slidstyrke, korrosion og glathed.

### Center for Miljø, Økonomi og Samfund

Center for Miljø, Økonomi og Samfund er etableret i 99 ved en integration af aktiviteter på DMU og Risø. Formålet er at udvide forskningsmiljøet samt at udnytte synergien mellem relaterede forskningsområder. Centret forsker i miljøøkonomi, integrerede miljøinformationssystemer, vurdering og fremskrivning af emissioner samt sektoranalyser inden for arealanvendelse, transport og energi.

### Ledelse af forskningsprocesser

REMAP er et nyt tværvideenskabeligt samarbejde mellem Risø og Institut for Ledelse, Politik og Filosofi ved Handelshøjskolen i København, Analyseinstitut for Forskning og virksomhederne Danisco A/S, TeleDanmark A/S, Haldor Topsøe A/S, NKT Research Center A/S, Reson A/S samt Dansk Drogeanalyse A/S. Projektet er finansieret af deltagerne og Forskningsstyrelsens SUE-program. Projektet skal udvikle en integreret model for forståelse af ledelse, prioritering og evaluering af komplekse forskningsprocesser inden for både privat og offentlig forskning og udvikling. Samarbejdet skal også styrke en tværvideenskabelig udveksling af resultater og erfaringer mellem institutionerne og virksomhederne, og skabe samarbejde om forskeruddannelse, forskermobilitet og undervisning på kandidatniveau.

### Samarbejde om typegodkendelse af vindmøller

Det Norske Veritas og Risø har i 99 indgået samarbejdsaftale om typegodkendelse af vindmøller. Den nye fælles certificeringsenhed skal tilbyde service og kompetence til vindmølleindustri, investorer og forsikringsselskaber. I samarbejdet er DNV ansvarlig for gennemførelsen af typegodkendelserne og Risø er ansvarlig for udviklingen af godkendelsesaktiviteten herunder godkendelsesgrundlaget. Indsatsen fra de to partnere i samarbejdet er af samme størrelsesorden. Der er lavet en fælles bestyrelse for samarbejdet. Juridisk foregår samarbejdet i DNV-regi.

*For at fastholde Risøs internationale niveau må forskningen gennemføres i samarbejde med førende forskere og institutioner i udlandet. Samarbejdet på internationalt plan fremgår mange steder i beskrivelserne i de tidligere afsnit af beretningen. Her følger yderligere nogle eksempler.*

### Ny svejsemetode

Et eksempel på nye projekter under EUs 5. rammeprogram er den nye svejsemetode, Friction Stir Welding, hvor svejsningen sker med et roterende værktøj, der smelter materialerne sammen ved hjælp af friktionsprincippet. Fordelen er, at man opretholder de styrkeegenskaber, som legeringerne er udviklet til at have. Risø deltager i to EU projekter, i det ene som koordinator af samarbejde mellem bl.a. DaimlerChrysler, FIAT og et større europæisk svejseinstitut.

I det andet projekt leder British Aerospace, Airbus, et mere teknologiorienteret samarbejde mellem 13 europæiske partnere, hvor Risøs opgave er måling af restspændinger ved brug af Risøs neutronstrålingsfacilitet.

### Skove bidrager til at løse drivhusproblemer

Mere end tre års kontinuerlige målinger af CO<sub>2</sub> udvekslingen mellem skov og atmosfære, udført på en målestation i en gammel bøgeskov ved Sorø viser, at der bindes kulstof i økosystemet. Den årlige binding af kulstof er uhyre variabel og mindre end forventet, så jordens skove er ikke nødvendigvis så stort et dræn for atmosfærens CO<sub>2</sub>, som man hidtil har ment. På meget langt sigt vil det bundne kulstof blive frigivet igen, men på kortere sigt (100 år) vil en øgning af skovarealet ved nyplantering kunne udgøre et væsentligt dræn. Målestationen danner basis for Risøs deltagelse i internationalt samarbejde om stofudveksling i skovøkosystemer. De internationale EU-finansierede forskningsprojekter drejer sig om udveksling af kulstof, kvælstof og ozon mellem atmosfæren og skovøkosystemet. I forbindelse med et projekt under SMP blev målestationen udbygget til også at måle stoftransport i regn- og jordvand. Målinger af kulstofudvekslingen mellem atmosfæren og skoven har vist, at variationerne i netbindingen af kulstof mellem årene skyldes klimatiske forskelle. Stationen vil nu blive anvendt og videreudviklet i to nye

projekter under EUs 5. rammeprogram.

Det ene projekt omhandler målinger af kulstofudveksling på 20 stationer i Europa; det andet projekt drejer sig om vekselvirkningen mellem stoftransport og klima og er en del af et netværk på 4 stationer.

### Metoder til at måle forurening fra fly

Den voldsomme stigning i passagertrafikken i vores fælles luftrum har sat fokus på konsekvenserne af forureningen fra fly under flyvning. Risø bidrager i EUs Aeroprofile-projekt med udvikling af avancerede målemetoder til berøringsløs måling og kortlægning af udstødningsgasserne i testrigge og under flyvning. Risø har i 99 udviklet metoder, der gør det muligt at benytte kommercielt prisbilligt udstyr i fremtidige målinger af forurening.

### International kortlægning af luftbårne plantesygdomme

I 99 sluttede et 6-årigt europæisk samarbejde, igangsat og ledet af Risø, om populationsstudier af luftbårne sygdomme i cerealler. Meningen er at skabe bedre strategier for sygdomskontrol. Samarbejdet har fundet sted gennem et COST netværk blandt forskere og planteavlere fra omkring 80 institutioner i 23 lande. Samar-

bejdet har dækket de økonomisk vigtigste bladsygdomme på byg og hvede og har resulteret i en tæt europæisk koordination på mange planer af både den kommende forskningsindsats, overvågning af sygdommens spredning og brugen af mere resistente sortsblandinger.

### Samarbejde om følger af nukleare uheld

Risø har udført en omfattende interkalibrering af nationale netværksmonitører med deltagelse af forskere fra mange EU-lande. Arbejdet, der er udført under EUs EURADOS forskningsprogram, viser at det er nødvendigt at udføre sådanne interkalibreringsøvelser med visse tidsintervaller for at sikre ensartede målinger af de naturlige strålingsniveauer indenfor EU.

### IAEA valgte Risøs metoder

IAEA har ønsket at bruge Risøs metoder til at rense et areal med bygninger i et af de mest radioaktivt forurenede områder i Hviderusland. Det er planen senere at opføre et forskningslaboratorium på dette areal. Arbejdet, der blev ledet af Risøforskere, blev fulgt op af et IAEA-seminar for 60 oprensningsspecialister fra Rusland, Ukraine og Hviderusland.



MICHAEL FISCHER

Ph.d.-studerende Lars Eriksen studerer svampen *Mycosphaerella graminicola*, som forårsager sygdommen gråplet på hvede. Ved at få mere viden om svampen kan man lægge bedre strategier for at kontrollere plantesygdommen.

## Akronymer og forkortelser

Aeroprofile:	EU-projekt: Profiling spectrometry to simultaneously investigate the spatial distribution of temperature and chemical species in Aircraft Exhausts
COST:	European cooperation in the field of scientific and technical research
DJF:	Danmarks JordbrugsForskning
DTU:	Danmarks Tekniske Universitet
EFP:	Energistyrelsens Energiforskningsprogrammer
ESRF:	European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble
EURADOS:	European Radiation Dosimetry Group, EU program
EURATOM:	European Atomic Energy Community
IAEA:	International Atomic Energy Agency
IPCC:	Intergovernmental Panel on Climate Change
KU:	Københavns Universitet
KVL:	Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole
MeV:	Millioner elektronvolt
NBI:	Niels Bohr Institutet, Københavns Universitet
PAH:	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons
PSO:	Public Service Obligations
REMAP:	R&D Management Processes under Rapid Change
RERAF:	Risø Environmental Risk Assessment Facility
SDU:	Syddansk Universitet
SMP:	Det Strategiske Miljøforsknings Program
SNF:	Statens Naturvidenskabelige Forskningsråd
SOFC:	Solid Oxide Fuel Cell
SUE:	Samarbejde mellem Sektorforskning, Universiteter og Erhverv
VKI:	Vandkvalitetsinstituttet



Risø driver 21 meteorologimaster i Ægypten til det ægyptiske vindatlas. Billedet her er fra en nyopført vindmøllepark i Zafarana i Ægypten.

## Mission

Det er Risøs formål at udføre naturvidenskabelig og teknisk-videnskabelig forskning, der tilfører det danske samfund nye teknologiske udviklingsmuligheder.

Forskningen udføres på områder, hvor Risø har eller kan få en selvstændig national placering og international gennemslagskraft. Forskningen rettes mod anvendelsesområder, der bidrager til dansk erhvervslivs konkurrenceevne og reduktion af miljøbelastningen inden for industri, energi og jordbrug.

Risø har et særligt ansvar for at sikre videngrundlaget for rådgivning om nukleare forhold. Risø har tillige ansvaret for behandling og midlertidig opbevaring af lav- og mellemaktivt radioaktivt affald fra hele det danske samfund.

Risø rådgiver offentlige myndigheder i spørgsmål, der ligger inden for forskningscentrets arbejdsområder.

Risø driver store forsøgsfaciliteter til gavn for danske og udenlandske brugere.

Risøs forskning skal tjene som grundlag for aktiv deltagelse i forskeruddannelsen.

Risø kan deltage i danske og udenlandske forskningsprogrammer og kan mod betaling løse privat eller offentligt rekvirerede forsknings-, udviklings- og rådgivningsopgaver inden for centrets arbejdsområder.

Det er vores håb, at læsning af denne årsberetning vil vise, at vi lever op til de mål og rammer, der således er sat for Risøs virksomhed.

Risøs virksomhed i 99 berettes i følgende publikationer: Risø Årsberetning (dansk og engelsk), Risø Virksomhedsregnskab (dansk), Risø Publikationsvirksomhed (dansk/engelsk) samt de syv forskningsafdelingers årsberetninger (engelsk). Alle publikationer og uddybende materiale findes på Risøs webserver, [www.risoe.dk](http://www.risoe.dk). De trykte publikationer kan fås ved henvendelse til Afdelingen for Informationsservice, telefon 4677 4004, email [risoe@risoe.dk](mailto:risoe@risoe.dk), fax 4677 4013.

Bagsidefoto:

Nogle af brændselscelleprogrammets i alt 29 deltagere er her samlet omkring det opløftende resultat af den seneste celleudvikling, en mere end 500 kvadratcentimeter stor, fleksibel og stærk celle.

Foto: Boye Koch

Forskningscenter Risø

April 2000

Risø-R-1151(DA)

Redaktion: Leif Sønderberg Petersen

Sekretær: Inge Ilsøe

Design: Grafikerne 99449-29

Tryk: Nordgraf A/S

ISBN 87-550-2636-2

ISBN 87-550-2637-0 (Internet)

ISSN 0106-2840

ISSN 0106-2557

ISSN 1399-7114 (Internet)



